احجز مكانك واستعد للامتحان بثقة كاملة

ملزمة الفيزياء الفصل الثالث
10 متقدم لعام 2026

$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

$\Sigma F = ma$

ΣF

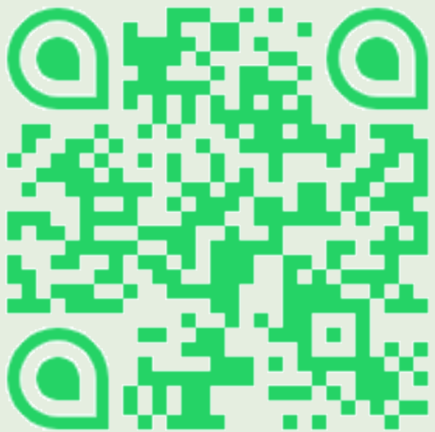


تنويه:

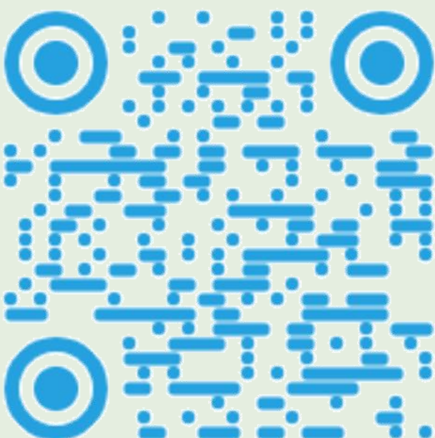
تم إنشاء هذه الملزمة لمساعدتك، ولكن المرجع الرئيسي هو الكتاب،
وسيكون هناك ملف إضافي للأمثلة.

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

Mr. Mohamad




للتواصل والحجز




انضم للقناة



شرح لدروس الفصل الثالث كامل

بـ199 درهم فقط

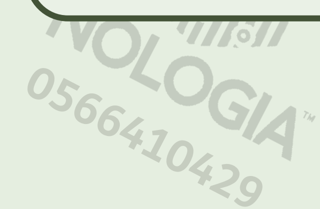


ملازم

اختبارات

لحجز مقعدك قم بالتواصل معنا
اضغط هنا: 0566410429

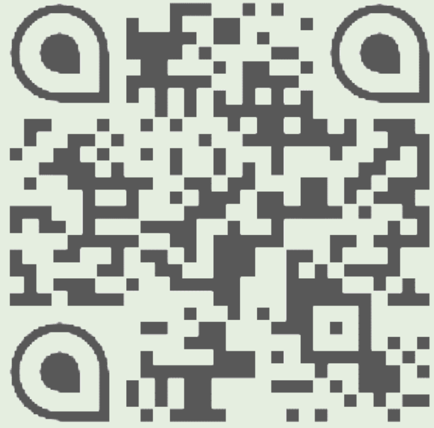




الوحدة (16): الانعكاس والانكسار







الوحدة (16): الانعكاس والانكسار

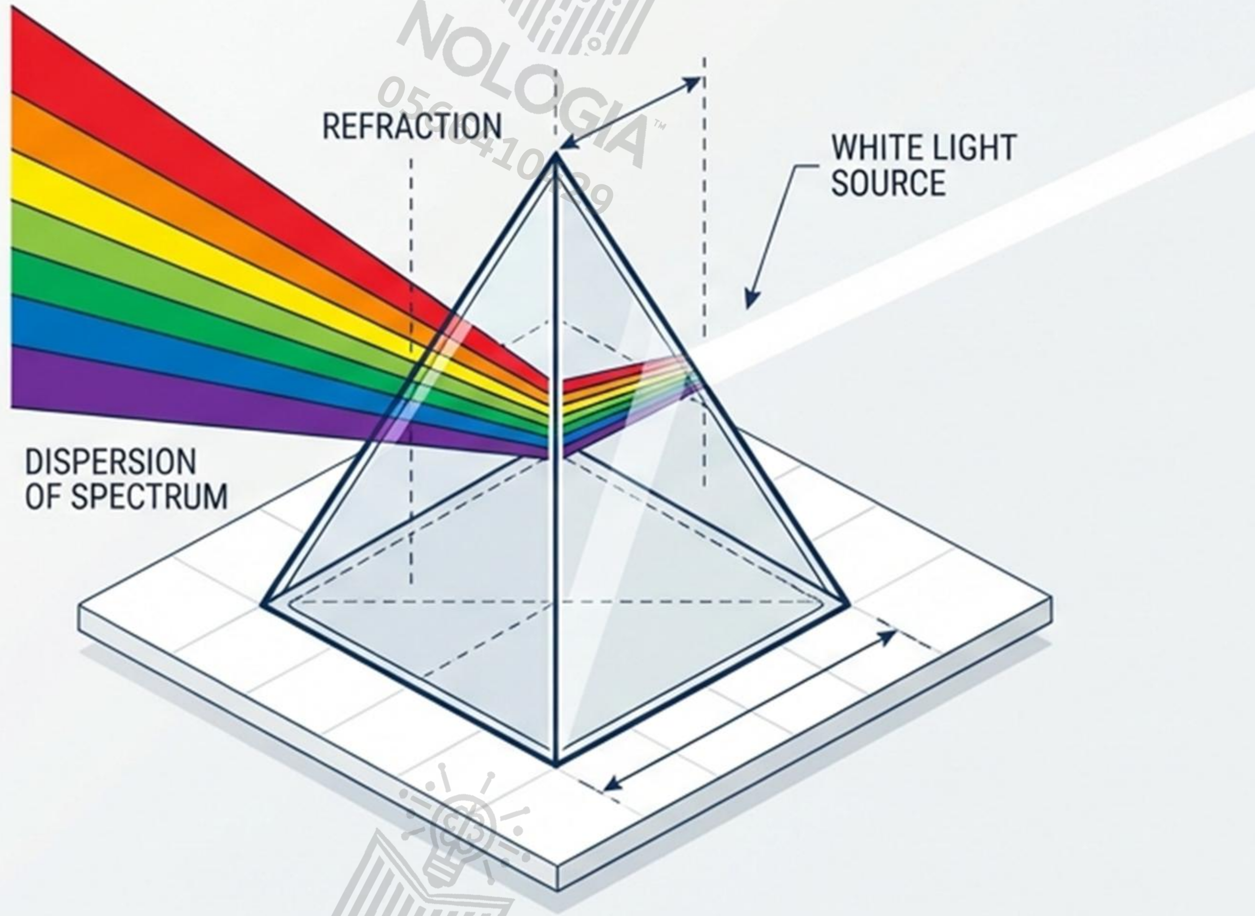
03 الدرس الثالث:

انكسار الضوء









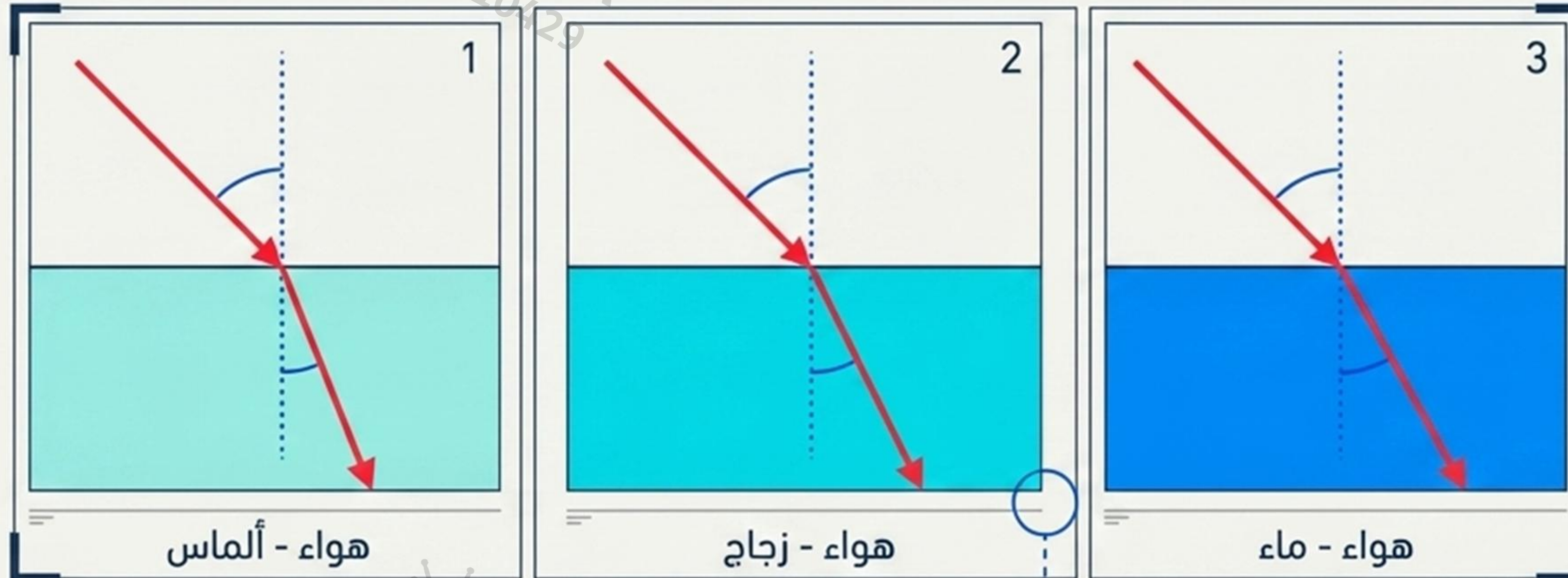
الانكسار: الدليل الشامل والمبسط

من الأساسيات النظرية إلى التطبيقات المتقدمة والمسائل المحلولة

[شرح نظري كامل] | [أمثلة رياضية خطوة بخطوة] | [تطبيقات العالم الحقيقي]

عندما يعبر الضوء الحدود: ظاهرة الانكسار

عندما يعبر الضوء الحد الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين، فإنه ينحني (ينكسر). يعتمد مقدار الانكسار على خصائص الوسطين.



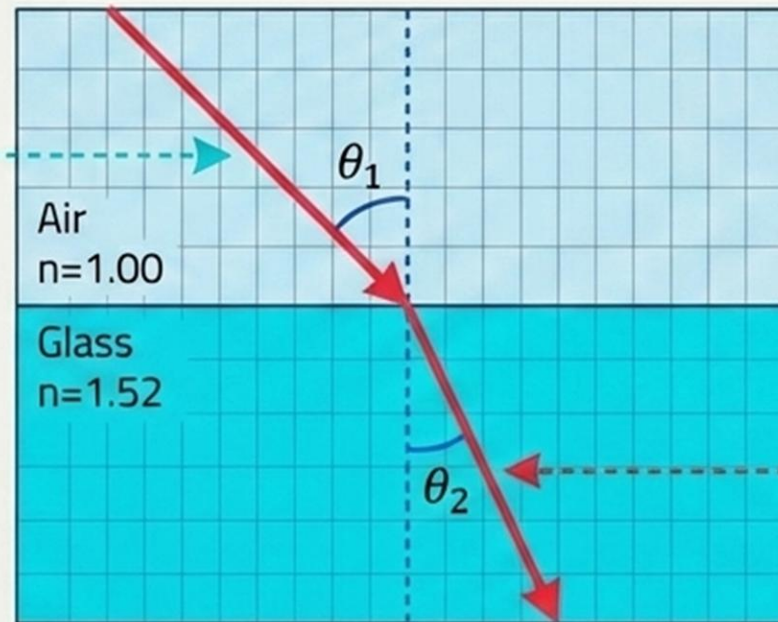
كلما زادت كثافة الوسط الذي ينتقل إليه الضوء، زاد انحناء الشعاع نحو العمود المقام. السبب الجذري؟ تغير سرعة الضوء.



المحرك الرياضي: قانون سنل للانكسار

حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$



قاعدة ذهبية

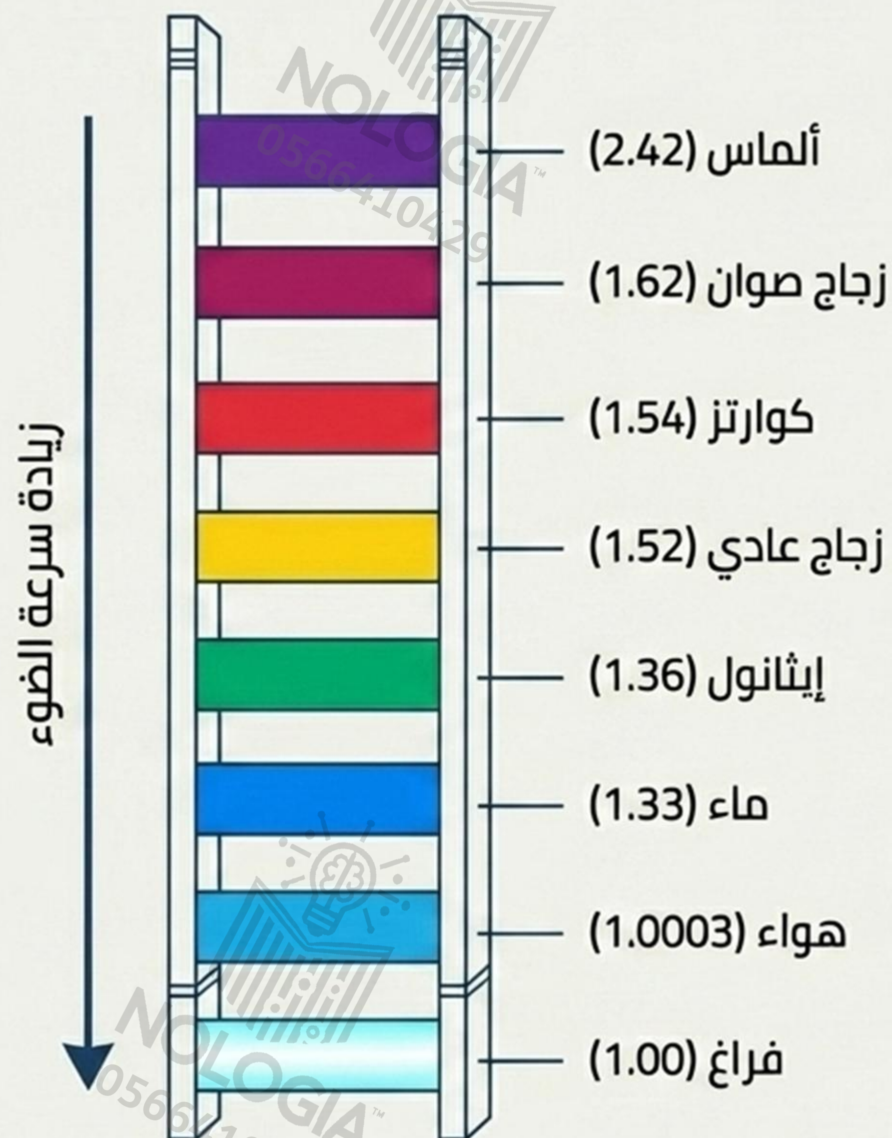
إذا كان $n_2 > n_1$، فإن الضوء ينحني مقترباً من العمود المقام ($\theta_2 < \theta_1$).

حد السرعة الكوني: معامل الانكسار (n)

معامل الانكسار لوسط ما هو
نسبة سرعة الضوء في الفراغ (c)
إلى سرعته في ذلك الوسط (v).

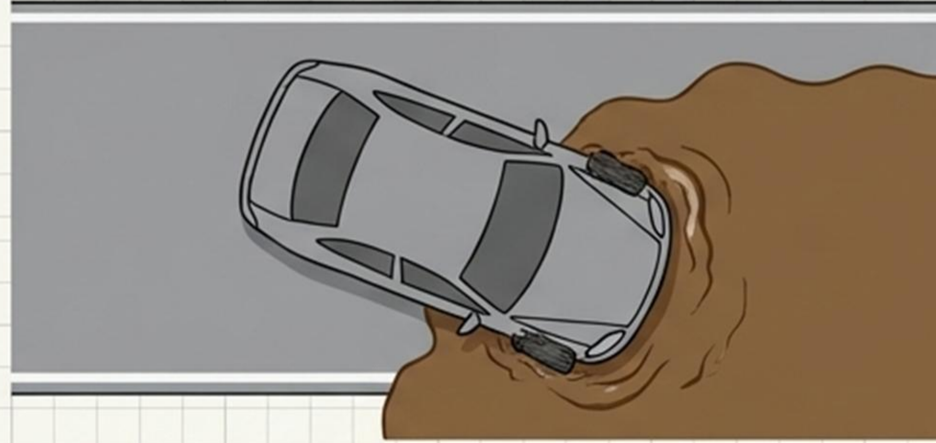
$$n = \frac{c}{v}$$

ملاحظة: لا يوجد وسط يمتلك معامل انكسار أقل من 1.
كلما زادت قيمة n، أصبح الضوء أبطأ داخل ذلك الوسط.



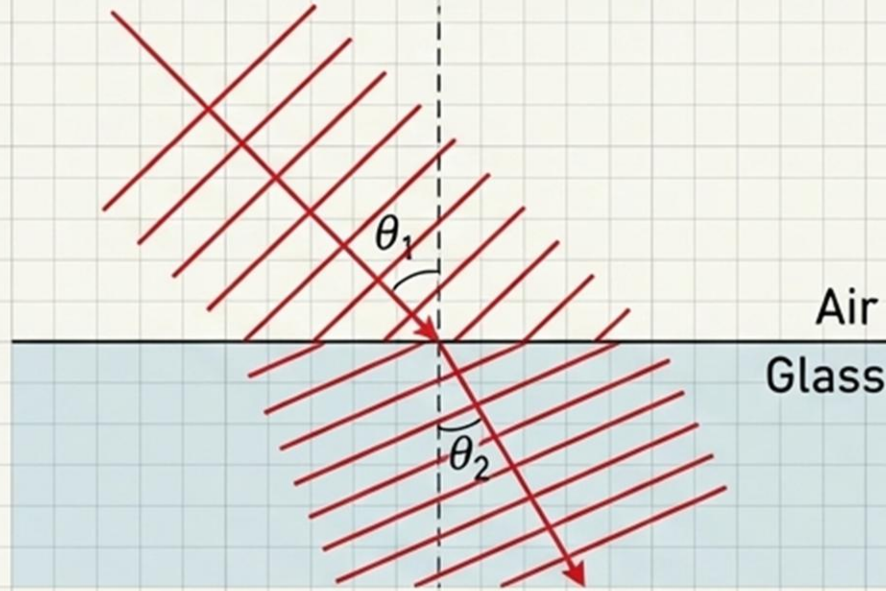
لماذا ينحني الضوء حقًا؟ (النموذج الموجي)

التشبيه: عندما تضرب العجلات اليمنى الطين وتتباطأ أولاً، تدور السيارة.



$$\lambda = \lambda_0 / n$$

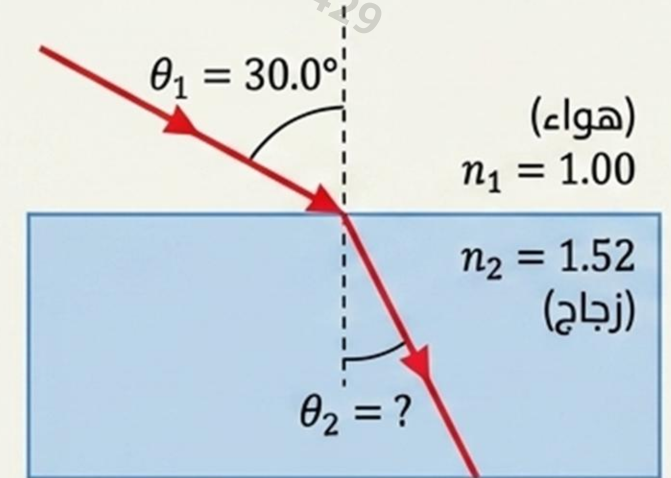
التردد (f) يبقى ثابتاً،
الطول الموجي (λ) يقل.



الفيزياء: تتباطأ جبهات الموجة التي تدخل الزجاج أولاً، مما يقلل من طولها الموجي مع بقاء التردد ثابتاً، مما يسبب دوران الشعاع.

ورشة عمل (١): حساب زاوية الانكسار

3	2	1
[٣. الحساب والتحقق]	**[٢. تطبيق القانون]**	**[١. المعطيات والرسم]**
$\sin\theta_2 = \frac{1.00}{1.52}\sin 30.0°$ النتيجة: $\theta_2 = 19.2°$ **تحقق:** الزاوية أقل من 30°، وهذا منطنص 0°، وهذا منطقي لأن الضوء دخل وسطاً أكثر كثافة.	$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ $\sin\theta_2 = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1$	$n_1 = 1.00$ (هواء) $n_2 = 1.52$ (زجاج) $\theta_1 = 30.0°$ $\theta_2 = ?$



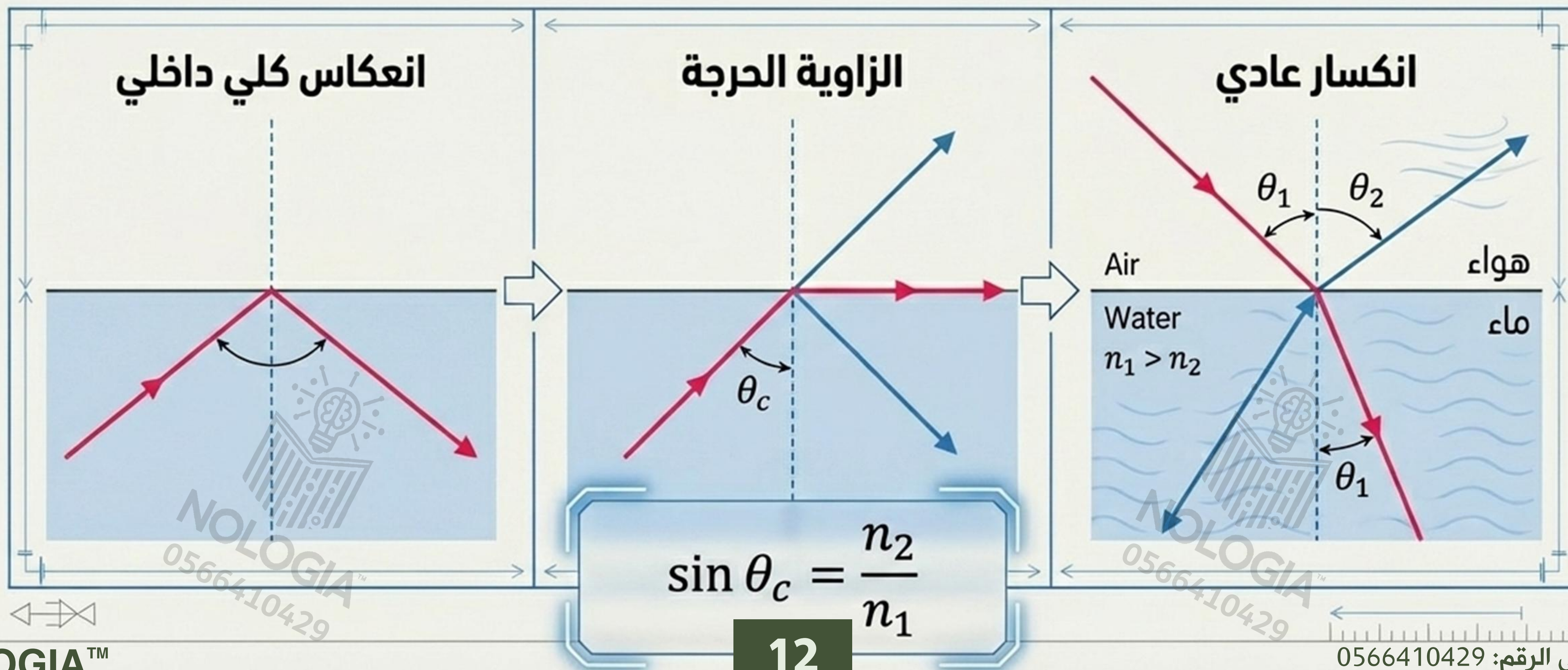


ورشة عمل (٢): اكتشاف الوسط المجهول

٣	2	1
[٣. الحساب والتحديد]	[٢. تطبيق القانون]	[١. المعطيات والرسم]
$n_2 = \frac{1.00 \cdot \sin 30°}{\sin 20°}$ ⇩ النتيجة: $n_2 = 1.46$	$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ ⇩ $n_2 = \frac{n_1 \sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	$n_1 = 1.00$, $\theta_1 = 30.0°$, $\theta_2 = 20.0°$, $n_2 = ?$

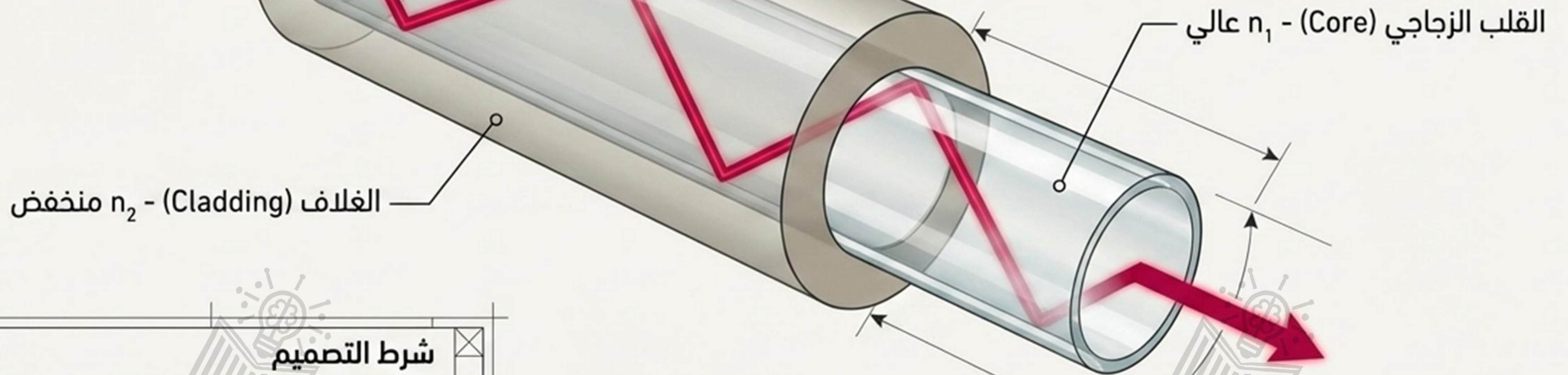
الحالة القصوى: الانعكاس الكلي الداخلي والزاوية الحرجة

يحدث الانعكاس الكلي الداخلي فقط عند الانتقال من وسط أعلى كثافة (n_1) إلى وسط أقل كثافة (n_2)، كثافة n_1، وتكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة (θ_c).



تطبيقات هندسية: الألياف البصرية

تعتمد اتصالات الإنترنت العالمية على الألياف البصرية. يسافر الضوء عبر القلب الزجاجي الشفاف ويصطدم بالغلاف بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة، مما يؤدي إلى انعكاسه كلياً دون أي فقدان للطاقة.



شرط التصميم

يجب أن يكون $n_1 > n_1$ لضمان حدوث الانعكاس الكلي الداخلي.

ورشة عمل (٣): حساب الزاوية الحرجة

[١. المعطيات]

ينتقل الضوء من زجاج التاج إلى الماء.

$n_1 = 1.52$ (زجاج)

$n_2 = 1.33$ (ماء)

$\theta_c = ?$

[٢. تطبيق القانون]

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

[٣. الحساب]

$$\sin \theta_c = \frac{1.33}{1.52}$$

$$\sin \theta_c = 0.875$$

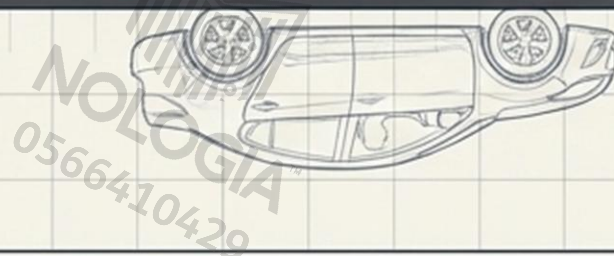
النتيجة: $\theta_c = 61.0°$

تذكر: لا يمكن حساب الزاوية الحرجة إذا كان $n_1 < n_2$ (مثلاً من هواء إلى ماء)
لأن قيمة الجيب (sin) لا يمكن أن تكون أكبر من 1.

للتواصل على الرقم: 0566410429

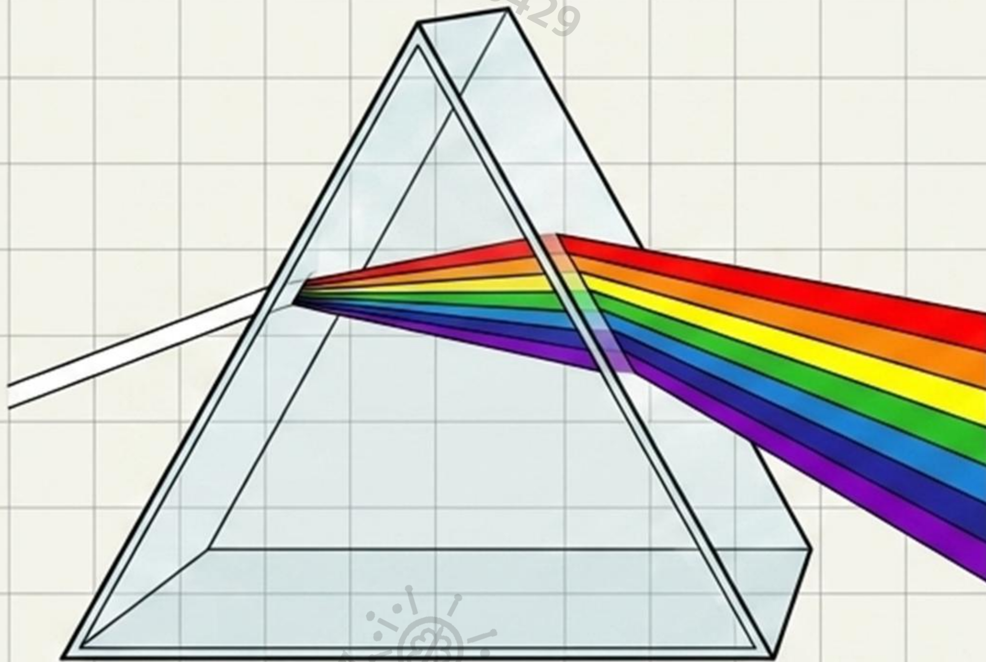
فيزياء العالم الحقيقي (١):
السراب والانكسار الحراري

الانكسار لا يحتاج دائماً إلى حد فاصل صلب.
في الأيام الحارة، يقل معامل انكسار الهواء القريب من الأرض بسبب انخفاض كثافته.
تنحني جبهات موجات الضوء القادمة من السماء تدريجياً نحو الأعلى، مما
يوهم الدماغ بوجود انعكاس على الأرضية.





فيزياء العالم الحقيقي (٢): تفريق الضوء (التشتت)

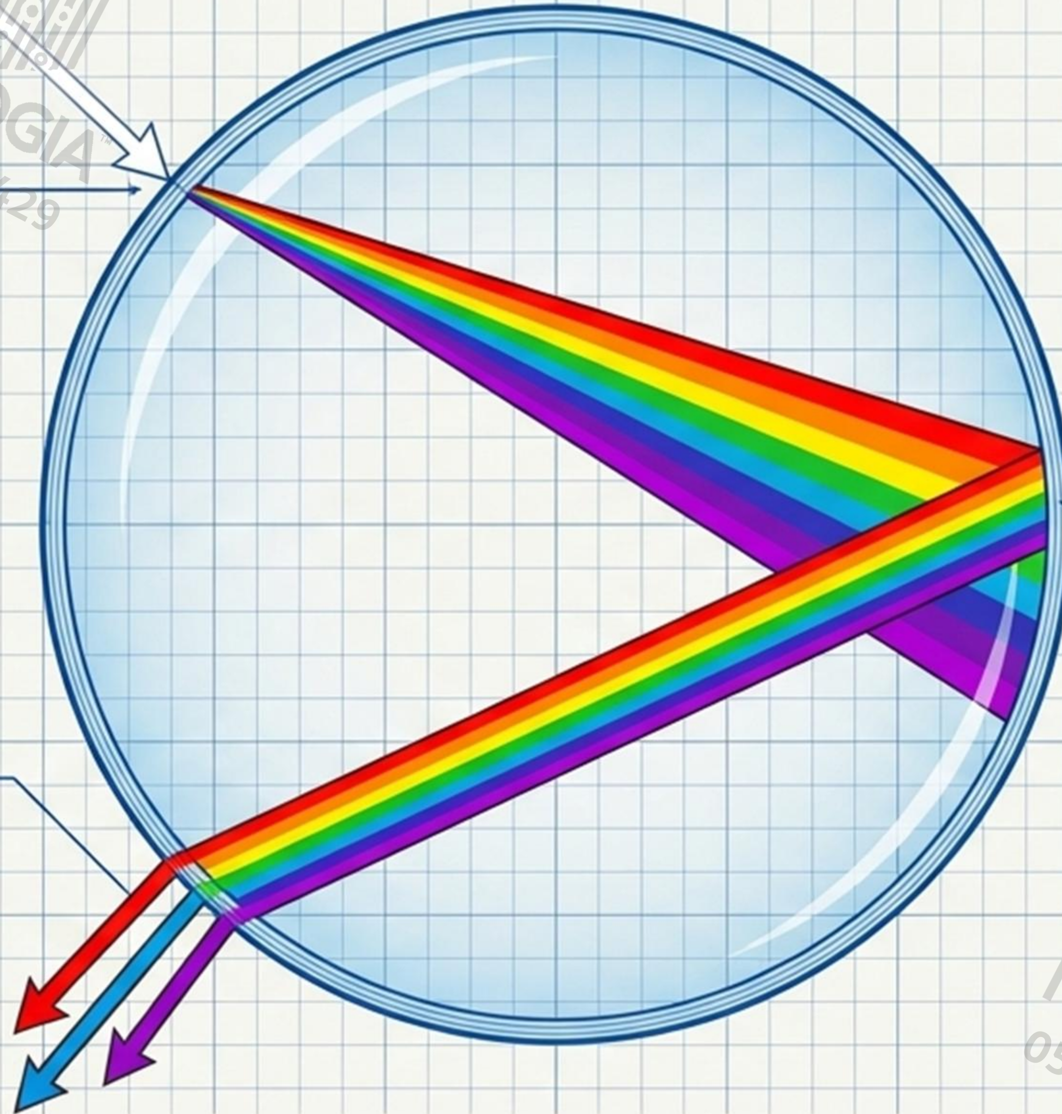


تتفاعل ألوان الضوء المختلفة مع ذرات الزجاج بدرجات متفاوتة. الضوء البنفسجي ذو التردد الأعلى يتفاعل أكثر ويبطئ بشكل أكبر من الضوء الأحمر. هذا التفاوت في السرعة (n مختلف) يفصل الألوان.

ضوء أحمر: تردد منخفض	n أقل -> انحناء أقل ⟶
ضوء بنفسجي: تردد عالي	n أعلى -> انحناء أكبر ⟶

التوليفة العظمى: تشكل قوس المطر

قوس المطر هو العرض النهائي الذي يجمع كل ظواهر البصريات في آن واحد: الانكسار، التفريق، والانعكاس الكلي الداخلي داخل قطرة ماء واحدة.



١ انكسار وتفريق: يدخل ضوء الشمس الأبيض وينفصل إلى ألوانه.

٢ انعكاس كلي داخلي: تصطدم الأشعة بالحد الخلفي للقطرة وتنعكس كلياً لعدم تجاوز الزاوية الحرجة.

٣ ٣. انكسار ثانٍ: تخرج الأشعة وتنكسر مرة أخرى نحو عين المراقب.

مصفوفة الظواهر البصرية الشاملة

[الظاهرة]	[الشرط الأساسي]	[القانون المرتبط]	[مثال من الواقع]
الانكسار العادي	اختلاف سرعة الضوء في وسطين	قانون سنل	القشة المكسورة في كوب ماء.
الانعكاس الكلي الداخلي.	الانتقال لوسط أقل كثافة والزاوية أكبر من الحرجة	$\sin \theta_c = n_2/n_1$	الألياف البصرية
السراب	تدرج حراري يغير الكثافة الكثافة تدريجياً.	مبدأ هيجنز	برك الماء الوهمية على الطرق الحارة.
تفريق الضوء (التشتت)	اختلاف سرعة الضوء حسب طوله الموجي	n يعتمد على λ	ألوان المنشور وقوس المطر.

لوحة القوانين الشاملة والمراجعة النهائية

قانون سنل (Snell's Law)

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

معامل الانكسار (Index of Refraction)

$$n = \frac{c}{v}$$

الزاوية الحرجة (Critical Angle)

$$\sin\theta_c = n_2/n_1$$

النموذج الموجي (Wave Model)

$$\lambda = \lambda_0/n$$

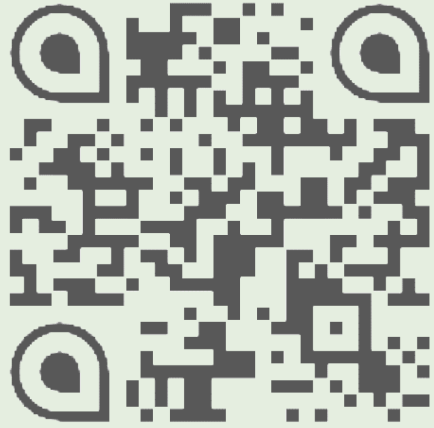
اتقن هذه المعادلات الأربع،
وتذكر دائماً أن فهم المبادئ
الفيزيائية يسبق الحفظ.
أنت الآن مستعد تماماً للامتحان!



جاهز للامتحان







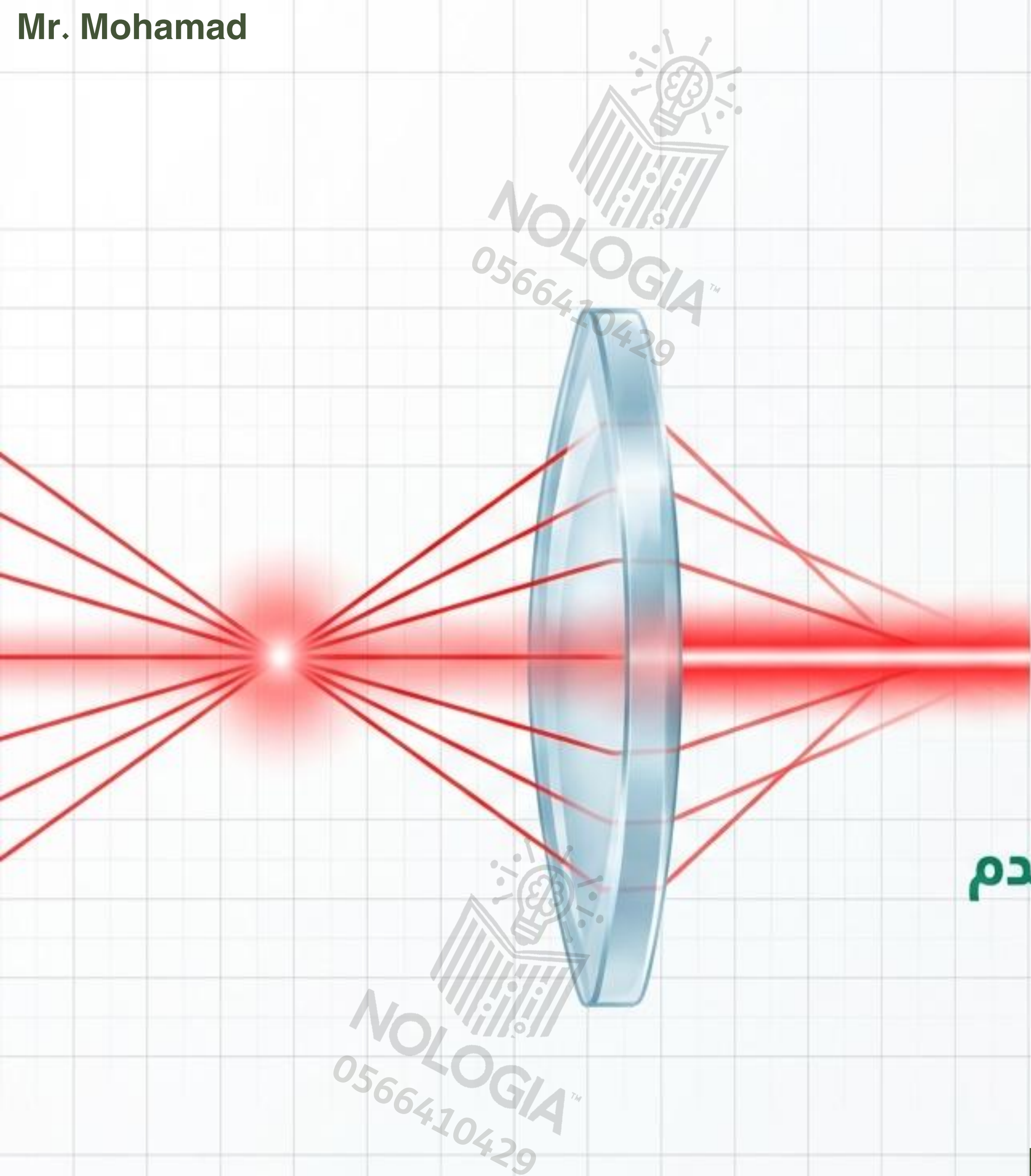
الوحدة (16): الانعكاس والانكسار

04 الدرس الرابع: العدسات المحدبة والمقعرة









العدسات المحدبة والقعرة: الدليل الدليل الشامل

من تتبع مسار الأشعة إلى الحل الرياضي المتقدم

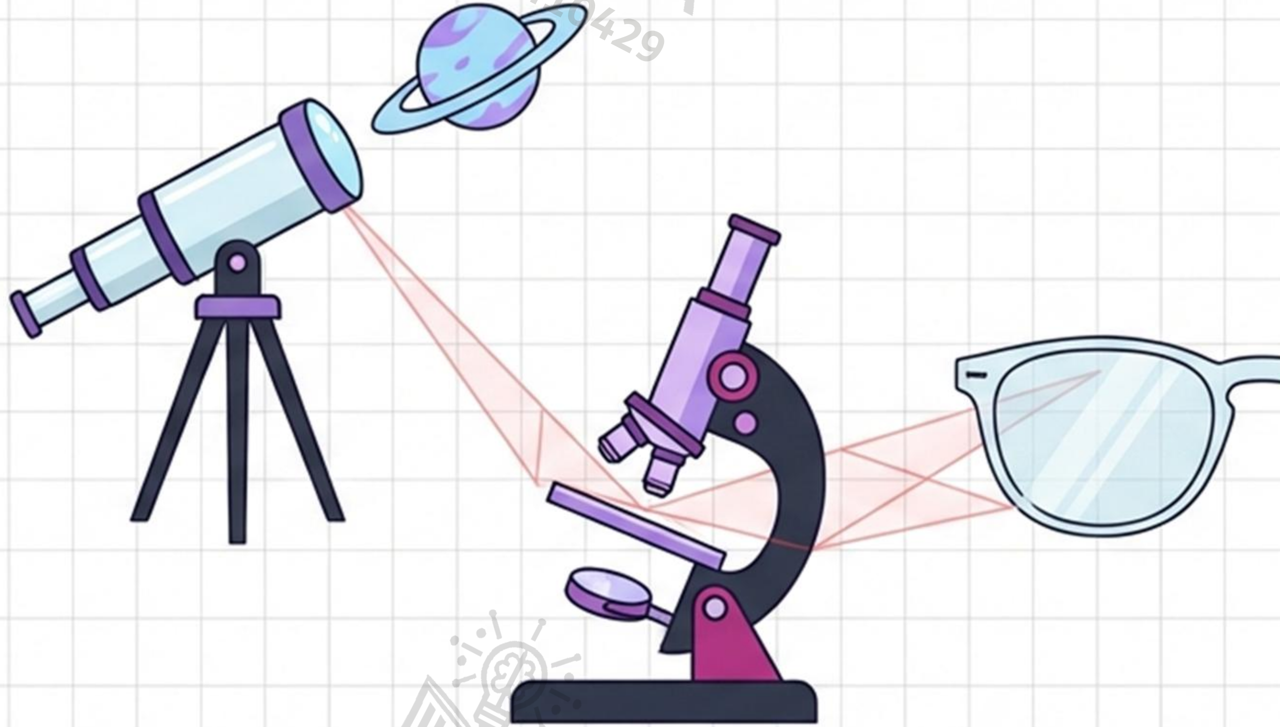
المخطط البصري الكامل لفيزياء العدسات - يشمل جميع الحالات والأمثلة التطبيقية.

العالم من خلال العدسات

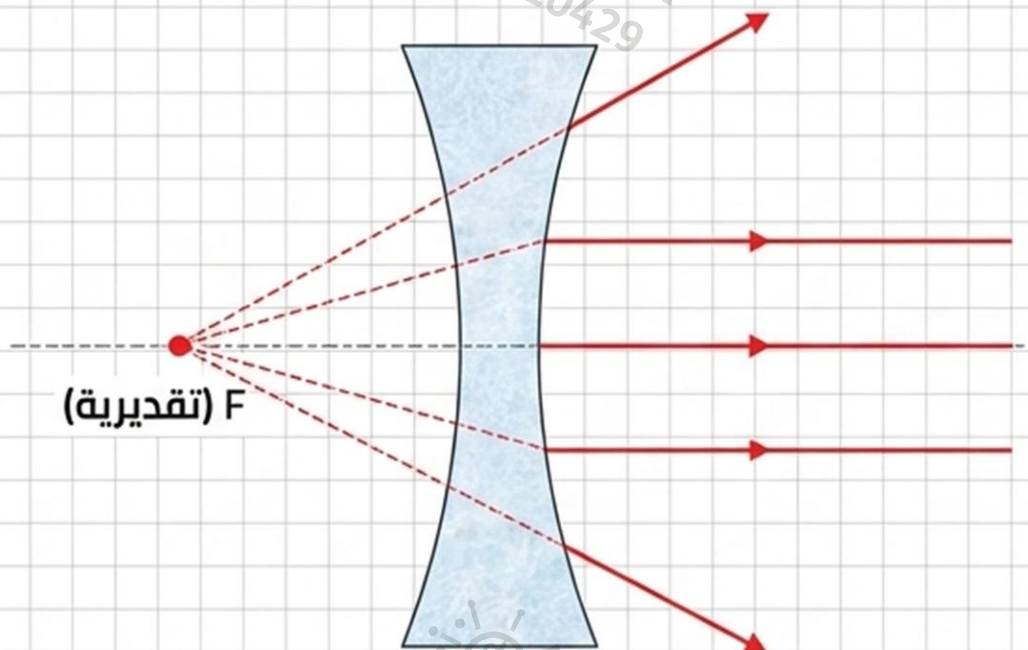
» تاريخ عريق: في عام 1303، كتب الطبيب الفرنسي (Bernard of Gordon) عن استخدام العدسات لتصحيح الرؤية. وفي عام 1610، اكتشف جاليليو أقمار المشتري باستخدام تلسكوب بعدستين.

» جوهر العدسة: قطعة من مادة شفافة (مثل الزجاج أو البلاستيك) تكسر أشعة الضوء الضوء المتوازية لتتجمع في نقطة مشتركة تسمى البؤرة (Focal Point).

» النموذج التقريبي: نستخدم نموذج العدسة الرقيقة (Thin Lens Model) لتسهيل الحسابات بافتراض حدوث الانكسار في المستوى الأساسي للعدسة.

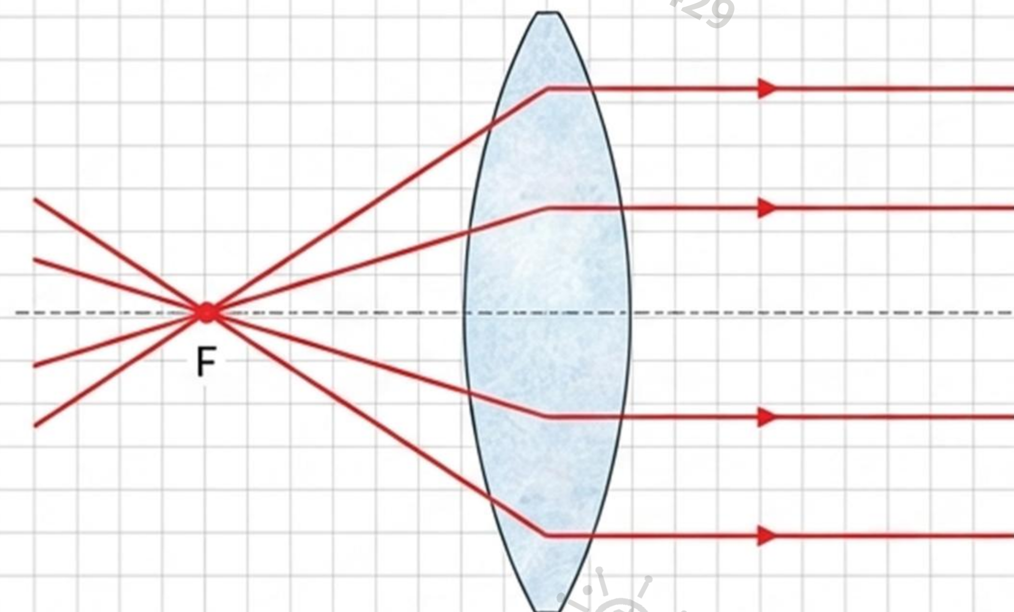


العدسة المقعرة (Diverging Lens)

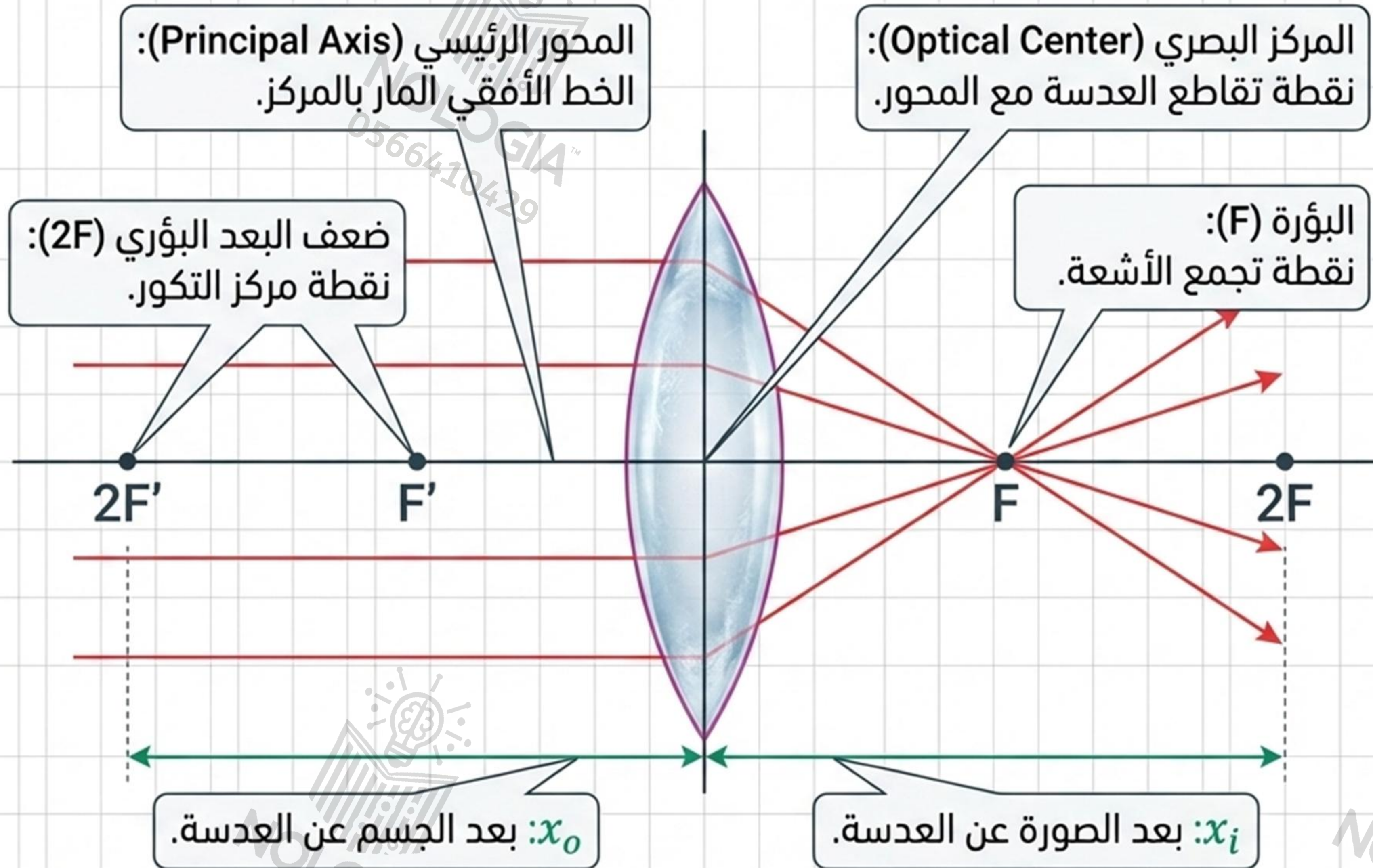


أقل سُمكاً في المنتصف مقارنة بالأطراف.
تعمل على تفريق أشعة الضوء بحيث تبدو وكأنها قادمة من بؤرة تقديرية.

العدسة المحدبة (Converging Lens)



أكثر سُمكاً في المنتصف مقارنة بالأطراف.
تعمل على تجميع أشعة الضوء المتوازية في نقطة بؤرية واحدة.



خريطة النظام البصري

قبل رسم الأشعة أو حل المعادلات، يجب تحديد موقع الجسم (x_o) وموقع الصورة (x_i) بالنسبة للبؤرة (F).

أدوات الرسم الهندسي (قواعد تتبع الأشعة)

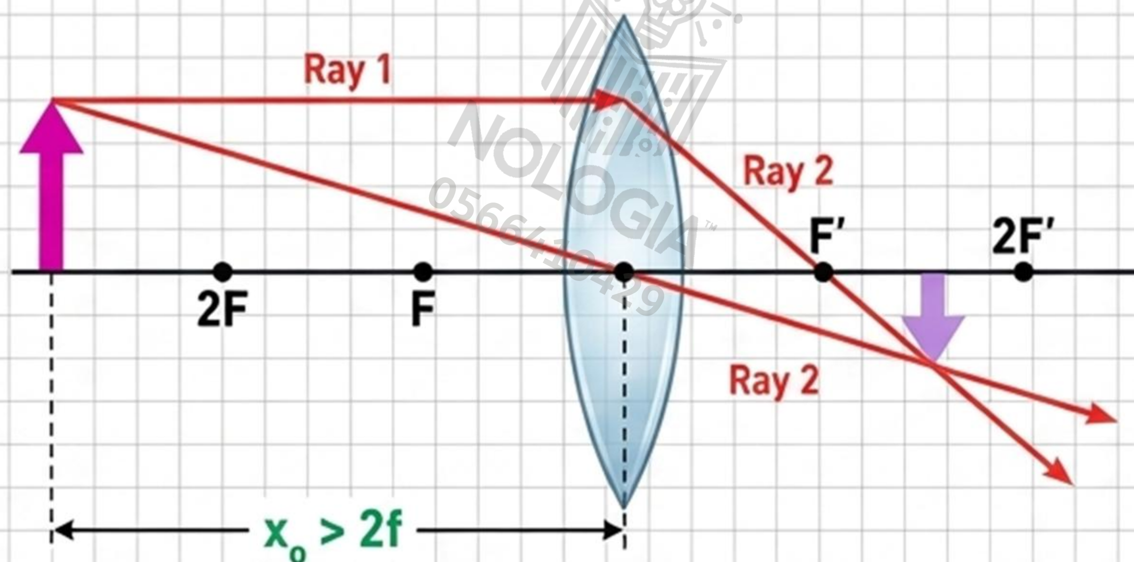
اتفاقية الألوان (Color Convention): الجسم = أرجواني، الشعاع = أحمر، الصورة = أرجواني فاتح.

الخطوة 1 (Ray 1): يسقط موازياً للمحور الرئيسي، وينكسر ماراً بالبؤرة (F) في الجانب الآخر.

الخطوة 2 (Ray 2): يمر بالبؤرة (F) في طريقه للعدسة، وينكسر موازياً للمحور الرئيسي.

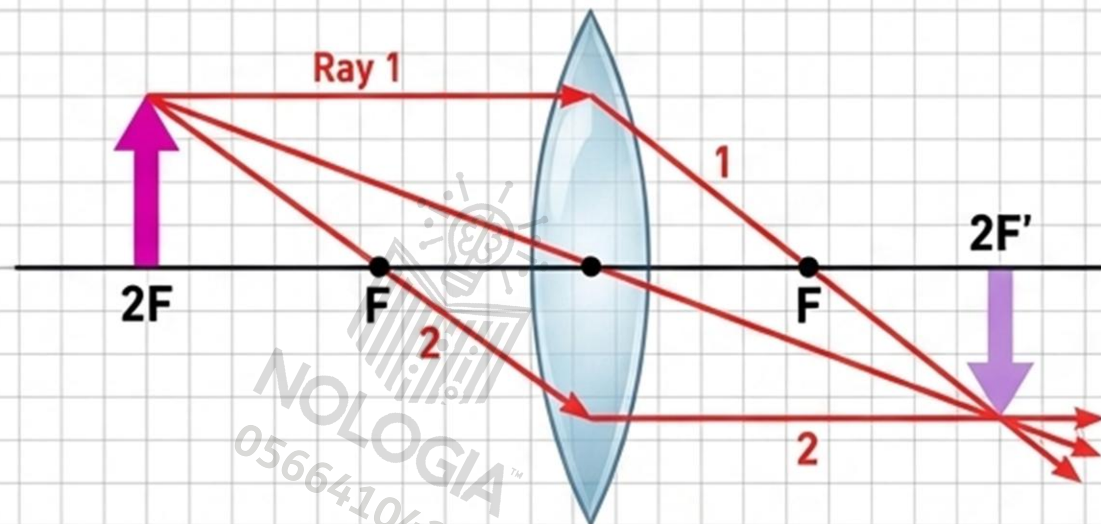
(نقطة التقاطع هي موقع الصورة).

الجسم بعيد جداً ($x_o > 2f$)



الصورة الناتجة: حقيقية (Real)، مقلوبة (Inverted)، مصغرة (Reduced).

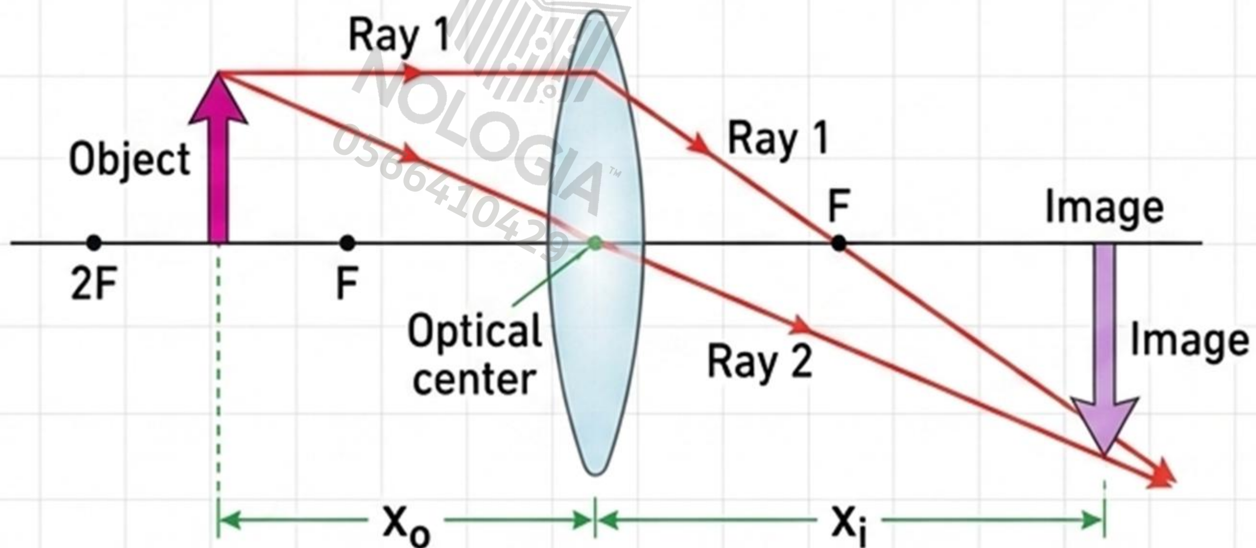
الجسم عند المركز ($x_o = 2f$)



الصورة الناتجة: حقيقية، مقلوبة، مساوية لحجم الجسم (Same Size).

بسبب التماثل، حجم الصورة يطابق حجم الجسم.

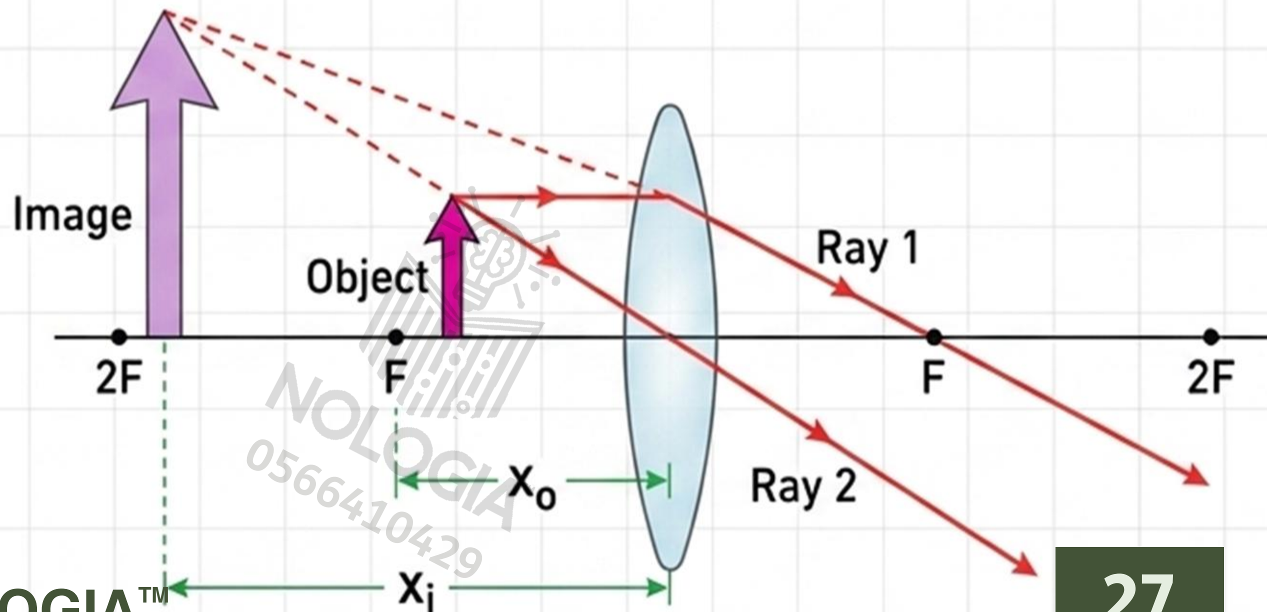
الجسم مقترب ($2f > x_o > f$)



الفصرات:

الصورة الناتجة: حقيقية، مقلوبة، مكبرة (Enlarged).

العدسة المكبرة ($f > x_o > 0$)

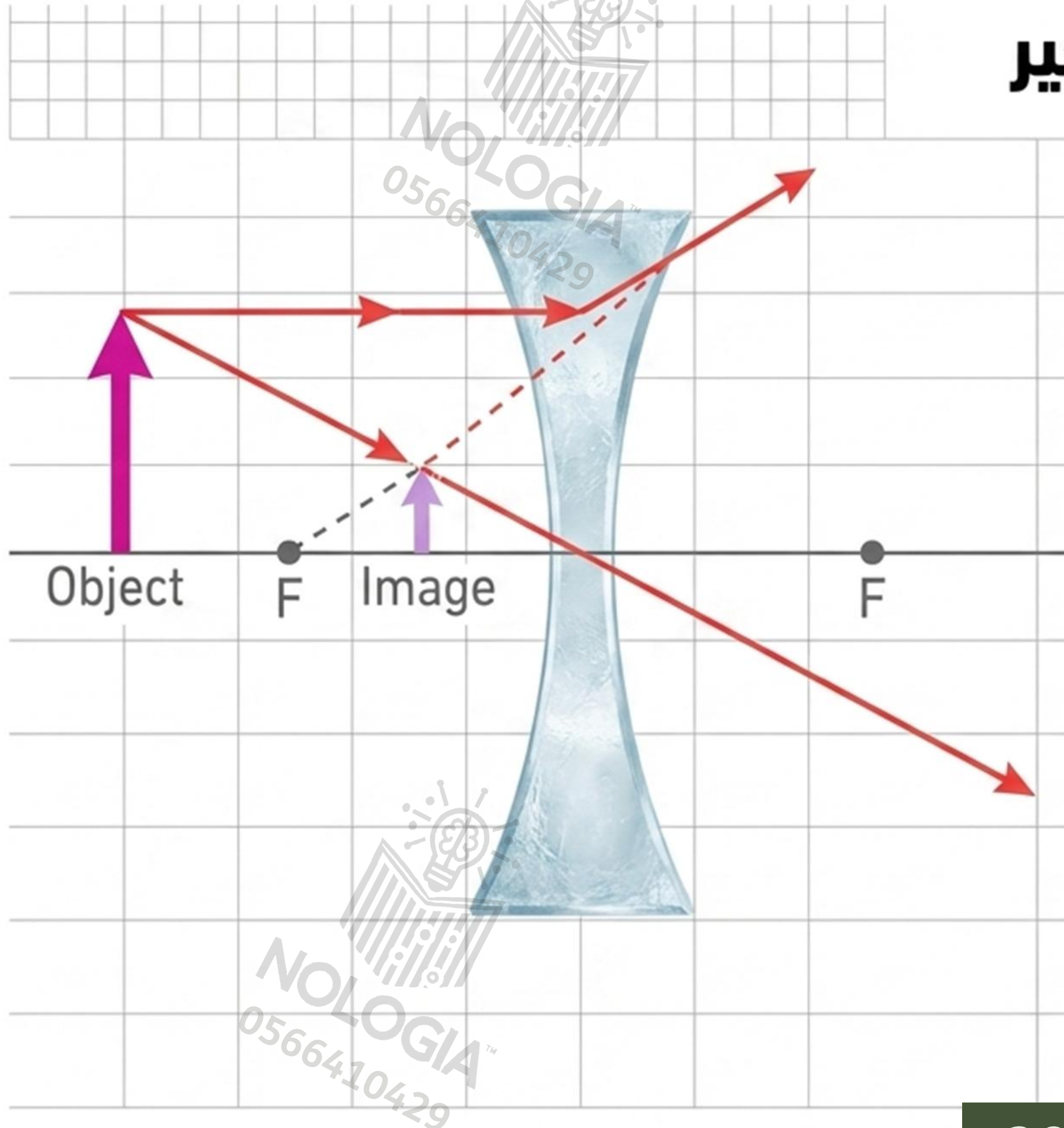


الفصرات:

الصورة الناتجة: خيالية/تقديرية (Virtual)، معتدلة (Upright)، مكبرة (Enlarged).

الصورة تتكون في نفس جانب الجسم!

العدسة المقعرة: سلوك ثابت لا يتغير



على عكس العدسات المحدبة التي تتغير صورها بتغير المسافة، العدسة المقعرة تفرق دائماً جميع الأشعة.

الشعاع 1 يسقط موازياً وينكسر بحيث يمر امتداده بالبؤرة.
الشعاع 2 يتجه نحو البؤرة المعاكسة وينكسر موازياً.

النتيجة الثابتة: أينما وضعت الجسم، الصورة دائماً: خيالية (Virtual)، معتدلة (Upright)، مصغرة (Reduced).

ملاحظة هامة: البعد البؤري (f) للعدسة المقعرة دائماً سالب.

	نوع العدسة	إشارة f	موقع الجسم (x_o)	موقع الصورة (x_i)	التكبير (m)	نوع الصورة
	المحدبة	(+)	$x_o > 2f$	$2f > x_i > f$	مصغرة، مقلوبة	حقيقية
	المحدبة	(+)	$2f > x_o > f$	$x_i > 2f$	مكبرة، مقلوبة	حقيقية
	المحدبة	(+)	$f > x_o > 0$	$\|x_i\| > x_o$ (سالب)	مكبرة	خيالية
	المقعرة	(−)	$x_o > 0$	$\|f\| > \|x_i\| > 0$ (سالب)	مصغرة	خيالية

معادلة العدسة الرقيقة

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

البعد البؤري
بعد الصورة
بعد الجسم

معادلة التكبير

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-x_i}{x_o}$$

نسبة التكبير
طول الصورة
طول الجسم

منطقة الخطر: قاعدة الإشارات

التكبير والأطوال (m, h_i)	بعد الصورة (x_i)	البعد البؤري (f)
(+) إذا كانت الصورة معتدلة (Upright).	(+) إذا كانت الصورة حقيقية (تقع في الجانب الآخر للعدسة).	(+) للعدسة المحدبة (المجمعة).
(-) إذا كانت الصورة مقلوبة (Inverted).	(-) إذا كانت الصورة خيالية (تقع في نفس جانب الجسم).	(-) للعدسة المقعرة (المفرقة).

مثال تطبيقي 1: العدسة المحدبة (صورة حقيقية)

المعطيات

وضع جسم طوله cm 3.0 cm على بُعد cm 32.0 من عدسة محدبة بعدها البؤري 8.0 cm.

$x_o = 32.0\ cm$

$f = 8.0\ cm$

$h_o = 3.0\ cm$

الحل الرياضي

$$\frac{1}{x_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{x_o}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{8.0} - \frac{1}{32.0}$$

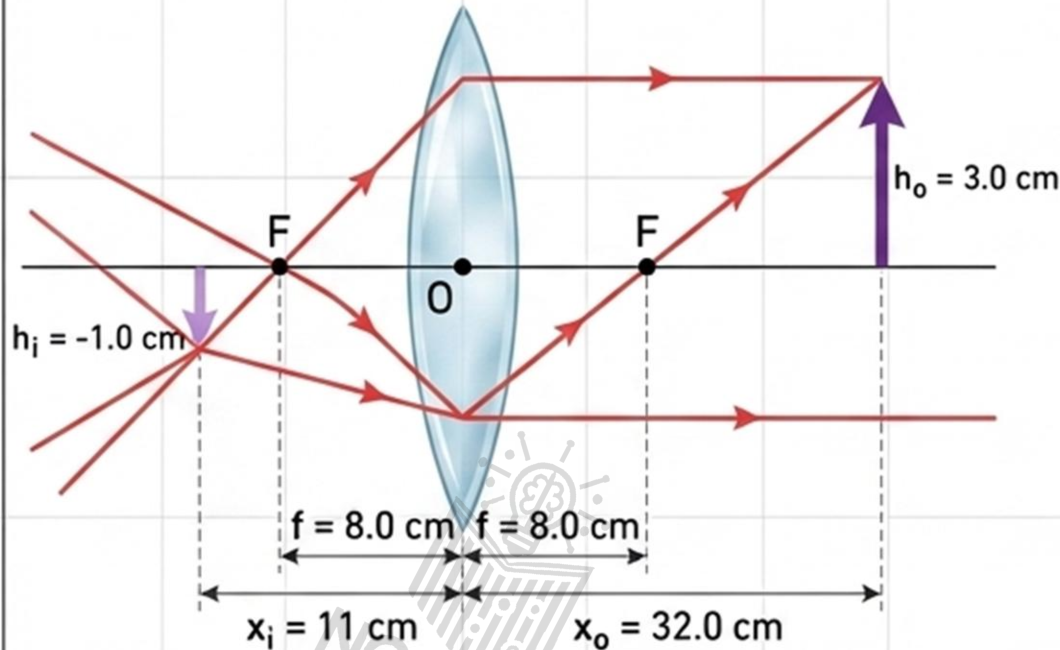
$x_i = 11\ cm.$ (موجب)

(موجب = حقيقية).

$$m = -\frac{(11)}{32.0} \Rightarrow h_i = -1.0\ cm.$$

(سالب = مقلوبة).

الإثبات البصري



مثال تطبيقي 2: العدسة المكبرة (صورة خيالية)

المعطيات

تستخدم عدسة محدبة بعدها البؤري 30 cn كمكبر. وضع جسم طوله 1 cm 1 على بُعد 10 cm 10.

$f = 30$

$x_o = 10$

$h_o = 1$

الحل الرياضي

$$\frac{1}{x_i} = \frac{1}{30} - \frac{1}{10} = -\frac{2}{30}$$

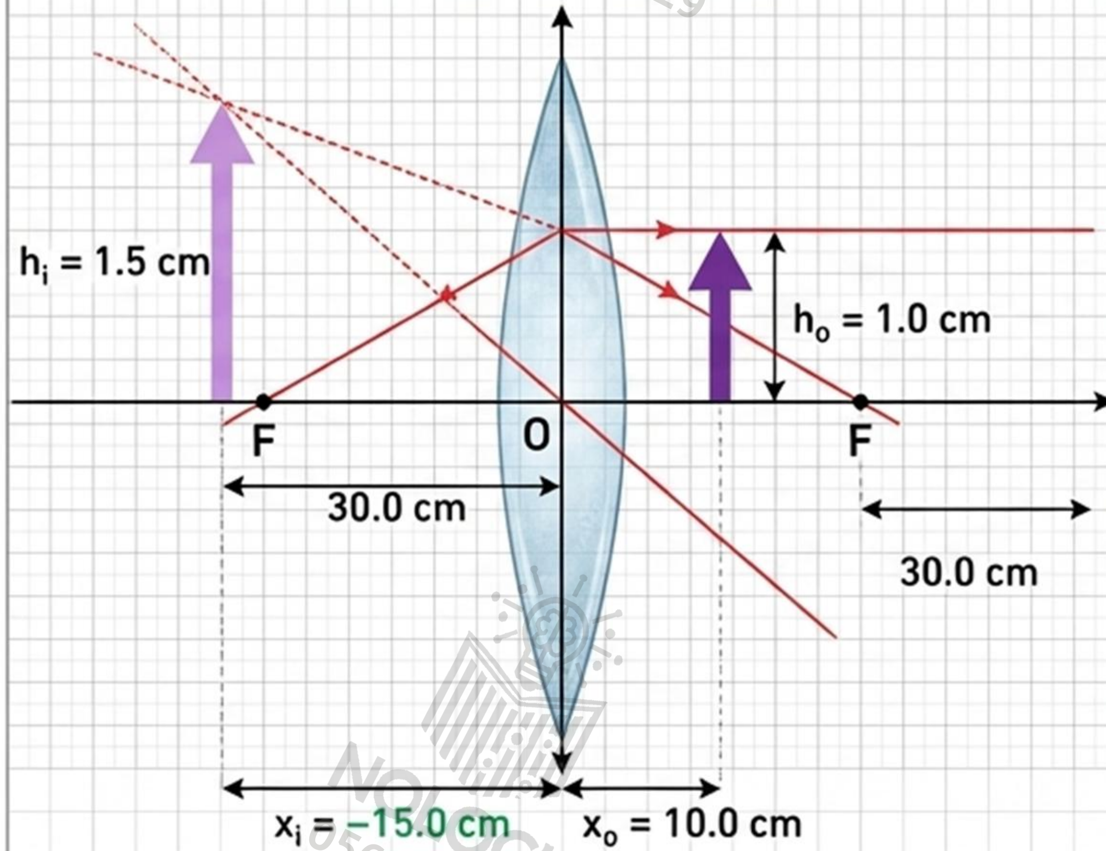
$x_i = -15$ cm. (الرقم السالب يثبت أنها صورة خيالية!).

$$m = \frac{-(-15)}{10} = 1.5$$

(موجب = معتدلة).

$h_i = 1.5$ cm

الإثبات البصري



مثال تطبيقي 3: العدسة المقعرة

المعطيات

وضع جسم طوله 2.0 cm على بُعد 25 cm من عدسة مقعرة بعدها البؤري 5.0 cm.

$$f = -5.0$$
$$x_o = 25$$
$$h_o = 2.0$$

(لاحظ: تم إضافة إشارة السالب للبعد البؤري لأنها عدسة مقعرة).

الحل الرياضي

$$\frac{1}{x_i} = \frac{1}{-5.0} - \frac{1}{25}$$

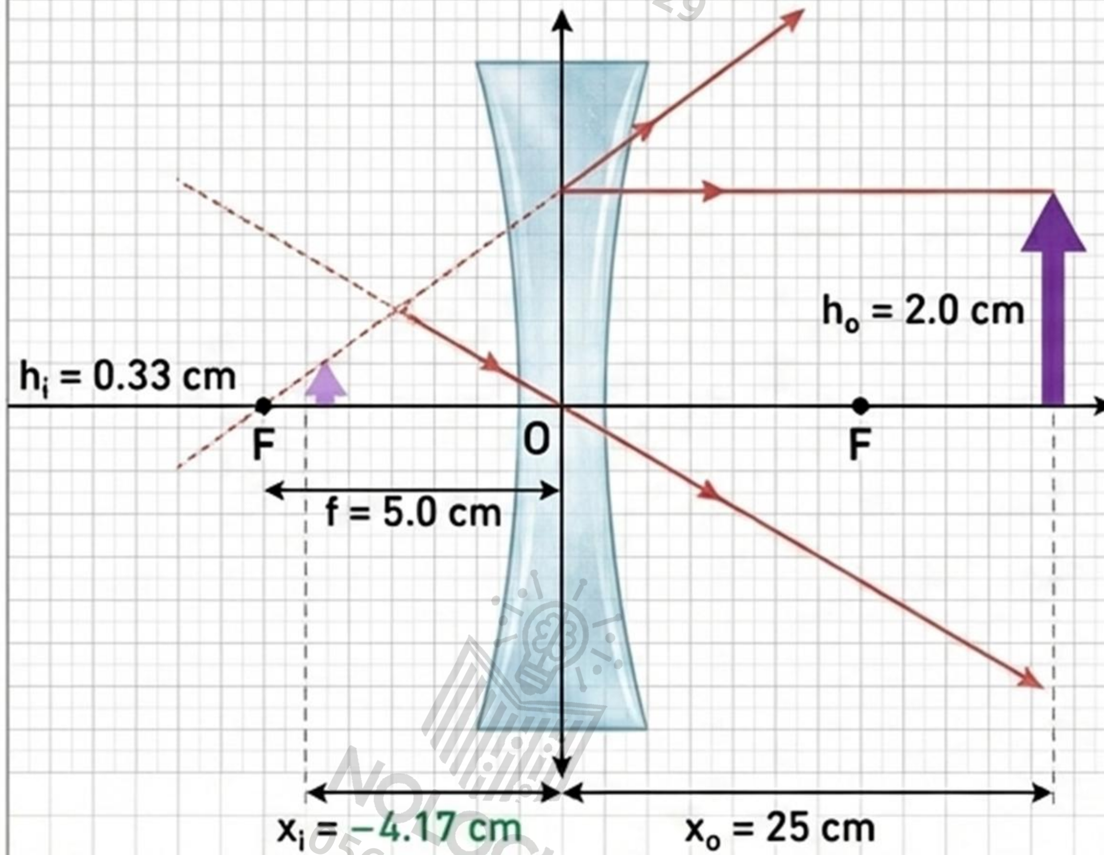
$$x_i = -4.17\text{ cm}.$$

(صورة خيالية).

$$m = \frac{-(-4.17)}{25} = 0.167$$

$$h_i = 0.167 \times 2.0$$
$$= 0.33\text{ cm}.$$

الإثبات البصري



الخلاصة: مخطط الإتقان

القواعد الذهبية

- العدسة المحدبة تجمّع، المقعرة تفرّق.
- الصورة الحقيقية دائماً مقلوبة، والصورة الخيالية دائماً معتدلة.

المحرك الرياضي

العدسة الرقيقة:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

التكبير:

$$m = -\frac{x_i}{x_o}$$

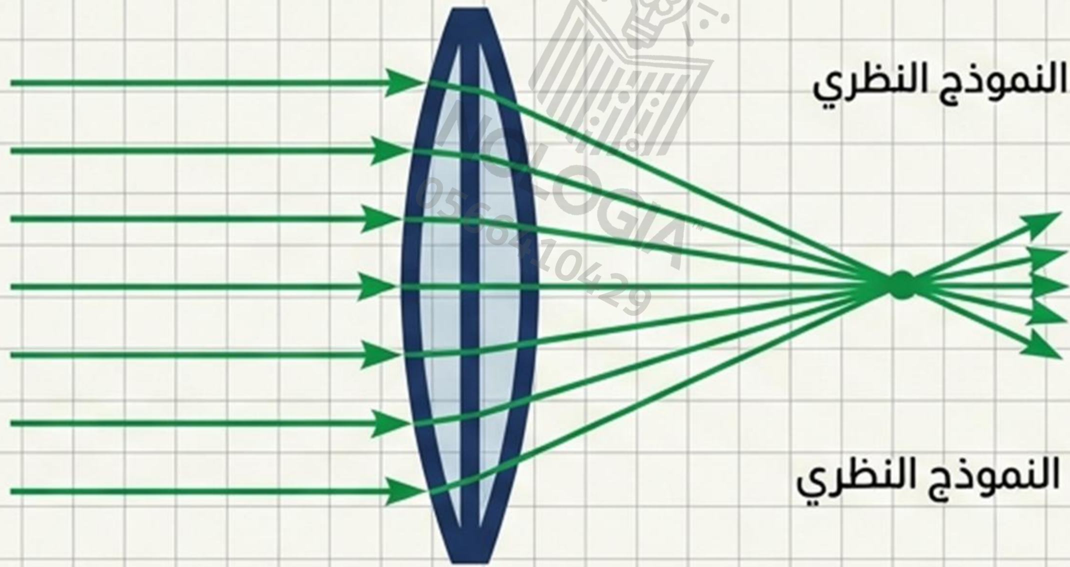
مفتاح الإشارات

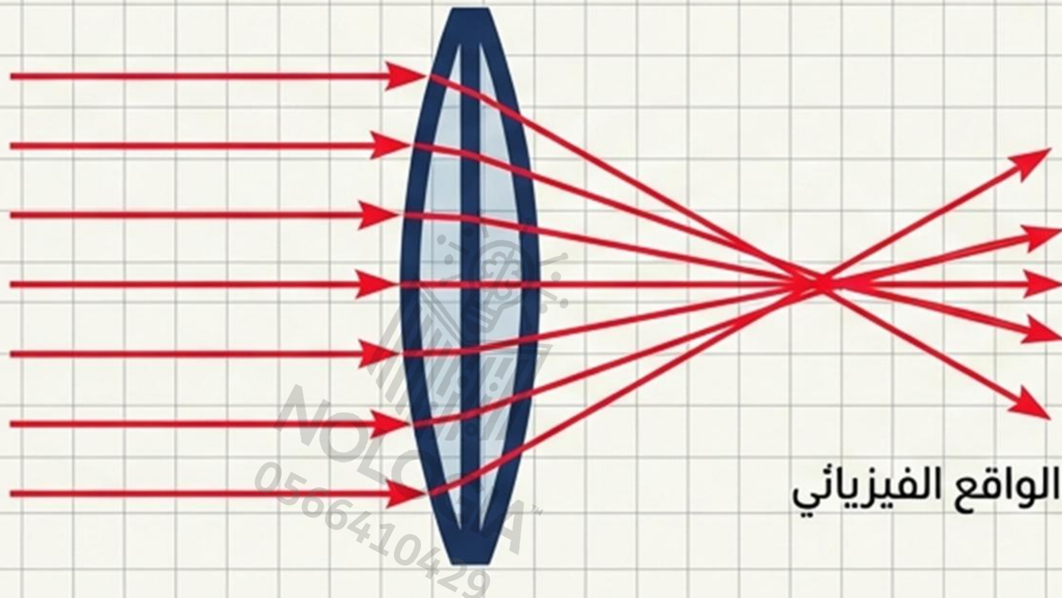
f:
موجب (محدبة) | سالب (مقعرة)

x_i:
موجب (حقيقية) | سالب (خيالية)

m:
موجب (معتدلة) | سالب (مقلوبة)

الرسم الهندسي والمعادلات الرياضية هما طريقتان مختلفتان لسرد نفس القصة البصرية بدقة.





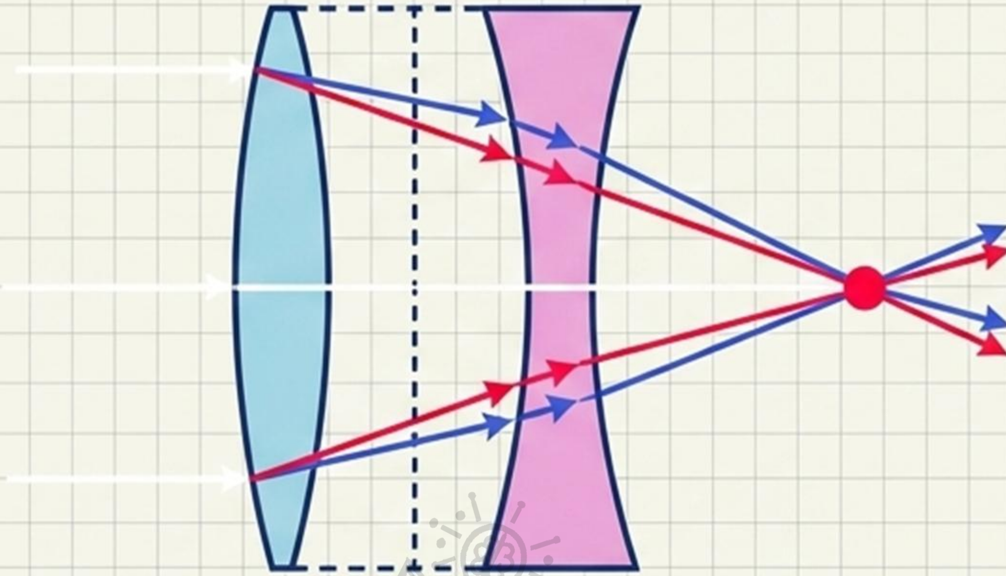
الفصل الأول: الواقع مقابل النظرية في العدسات

تفترض النماذج الهندسية أن جميع الأشعة تتجمع في نقطة بؤرية واحدة. لكن في الواقع، تمتلك العدسات الكروية عيوباً جوهرية (Aberrations) تؤثر على دقة التركيز ووضوح الألوان.

عيوب العدسات: الكروي واللوني

الزيغ الكروي (Spherical Aberration)	الزيغ اللوني (Chromatic Aberration)
المشكلة: الأشعة الموازية المارة عبر حواف العدسة تتجمع تتجمع في نقاط مختلفة عن الأشعة المارة بالمركز. **النتيجة:** حواف الصورة ضبابية.	**المشكلة:** اختلاف معامل الانكسار باختلاف الطول الموجي. تتشتت الأطوال الموجية (الألوان) بزوايا مختلفة، مما ينتج حلقة ملونة حول الجسم.
الحل: تعديل شكل سطح العدسة لتصحيح المسار البؤري.	**الحل:** استخدام أنظمة العدسات اللالونية.

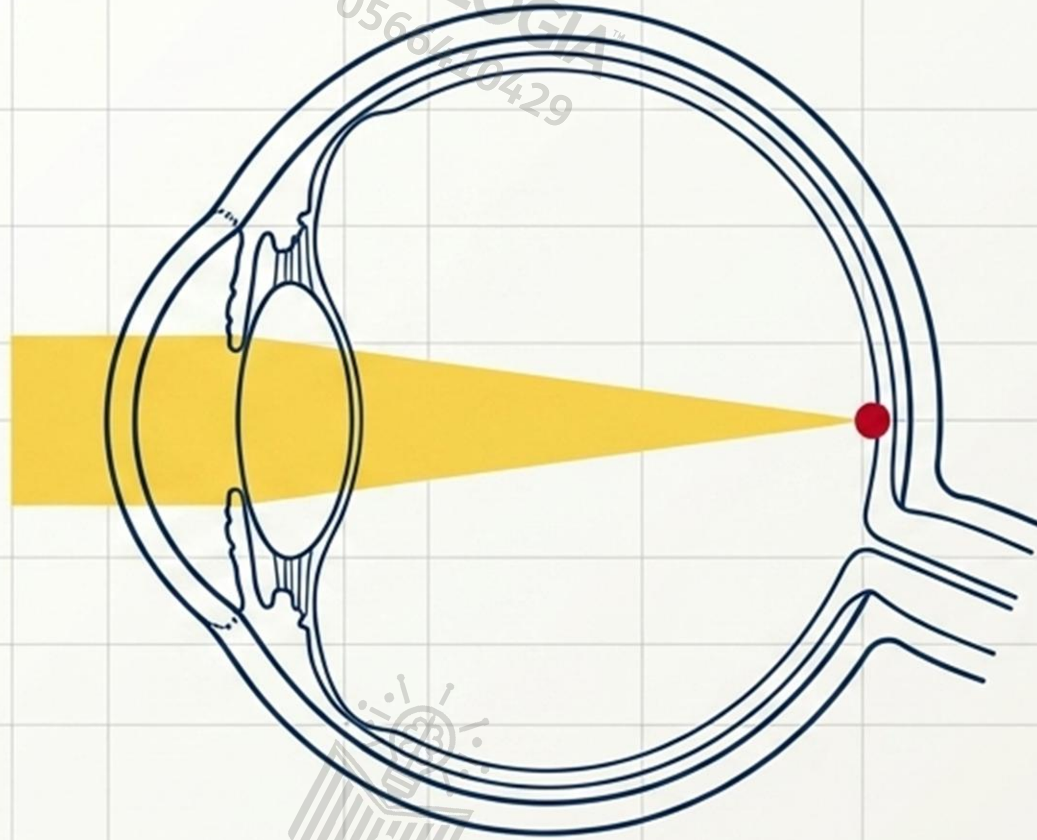
الحل الهندسي: العدسة اللالونية (Achromatic Lens)



النظام المزدوج: تتكون من عدستين أو أكثر (مثل عدسة محدبة مع مقعرة).

اختلاف معاملات الانكسار: تُصنع كل عدسة من مادة ذات معامل انكسار مختلف.

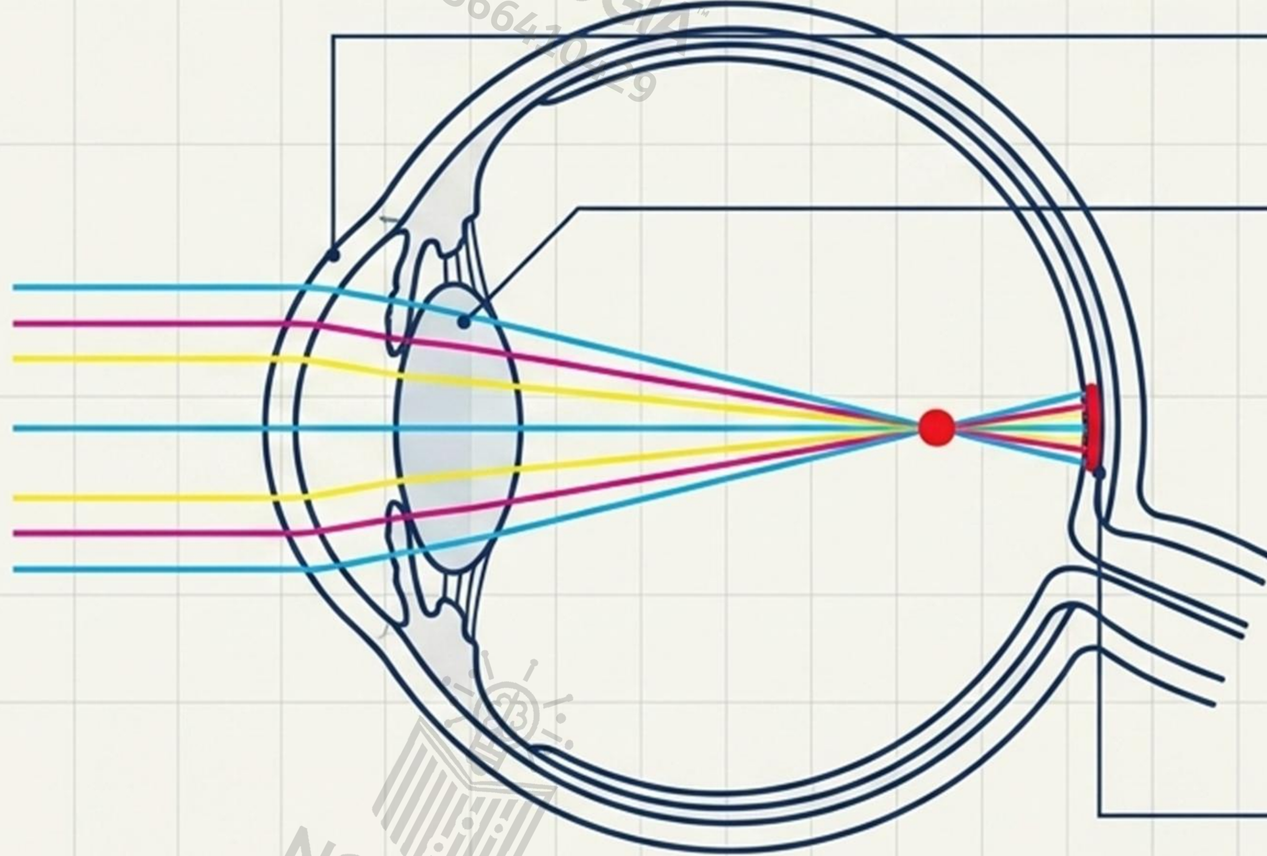
إلغاء التشتت: التشتت الذي تسببه العدسة الأولى تلغيه العدسة الثانية، مما يضمن تجمع الضوء الأبيض في النقطة البؤرية المطلوبة دون تكون حلقات ملونة.



الفصل الثاني: العين البشرية كجهاز بصري

تطبيق قوانين انكسار الضوء على النظام البصري الأكثر تعقيداً ودقة.

تشريح الانكسار في العين

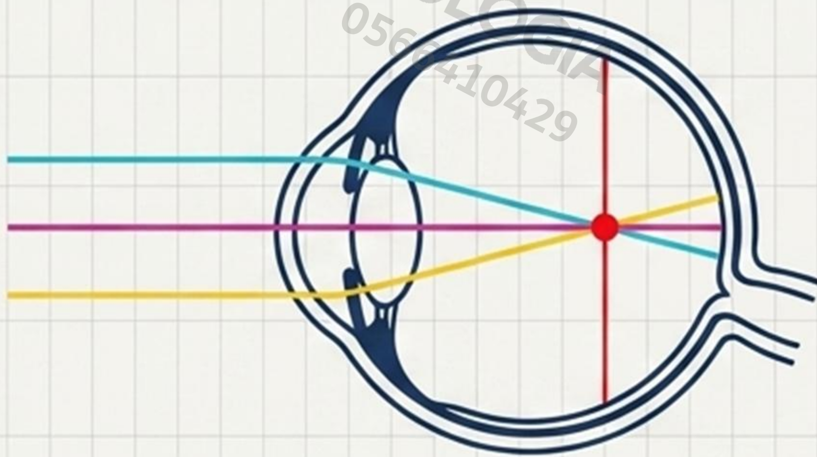


1. القرنية (Cornea):
المسؤولة عن معظم عملية الانكسار بسبب الفارق الكبير في معامل الانكسار بين الهواء والقرنية.

2. العدسة (Lens) وعملية التكيف: مسؤولة عن "التركيز الدقيق". تنقبض العضلات أو ترتخي لتغيير شكل العدسة، مما يغير البعد البؤري لرؤية الأجسام القريبة والبعيدة.

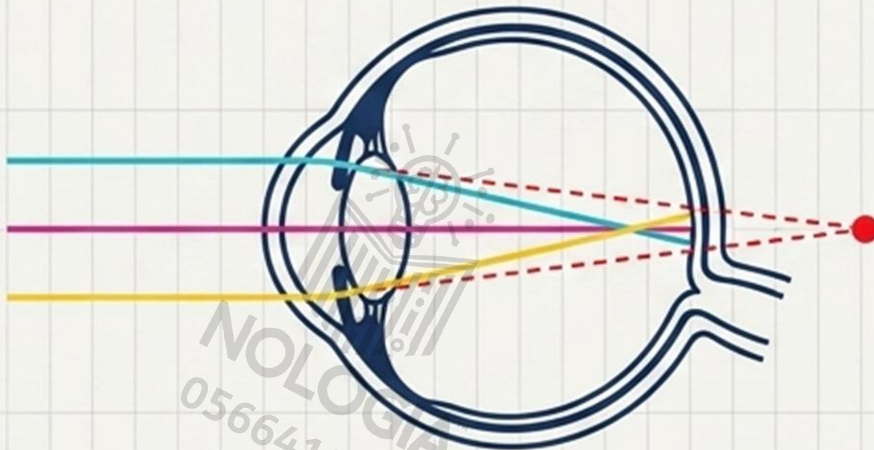
3. الشبكية (Retina): "المستشعر" البيولوجي. تحتوي على خلايا تمتص الضوء وترسله كإشارات. يجب أن تتجمع النقطة البؤرية بدقة هنا.

مصفوفة تشخيص عيوب الإبصار



قصر النظر (Myopia)

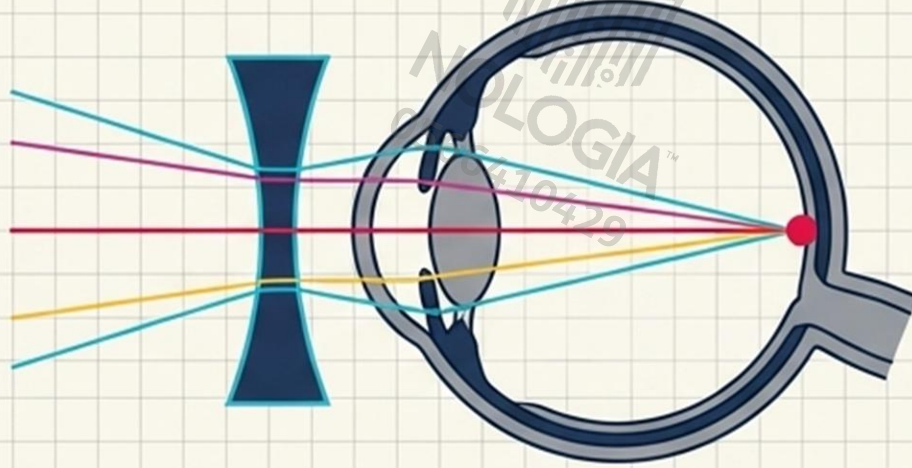
- **المشكلة:** البعد البؤري للعين قصير جداً.
- **موقع البؤرة:** تتكون الصور أمام الشبكية.
- **الأثر:** الأجسام البعيدة ضبابية.



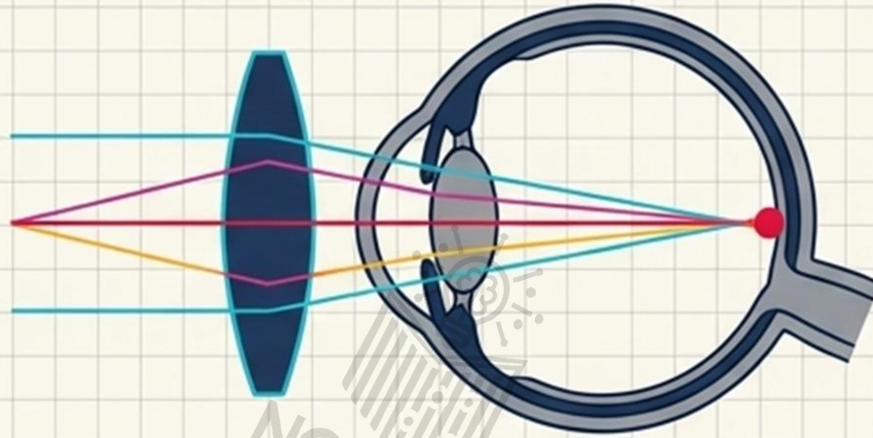
طول النظر (Hyperopia)

- **المشكلة:** البعد البؤري للعين طويل جداً (غالباً لتصلب العدسة).
- **موقع البؤرة:** تتكون الصور خلف الشبكية.
- **الأثر:** الأجسام القريبة ضبابية.

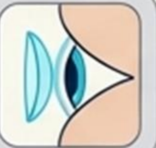
تصحيح الإبصار: فيزياء النظارات



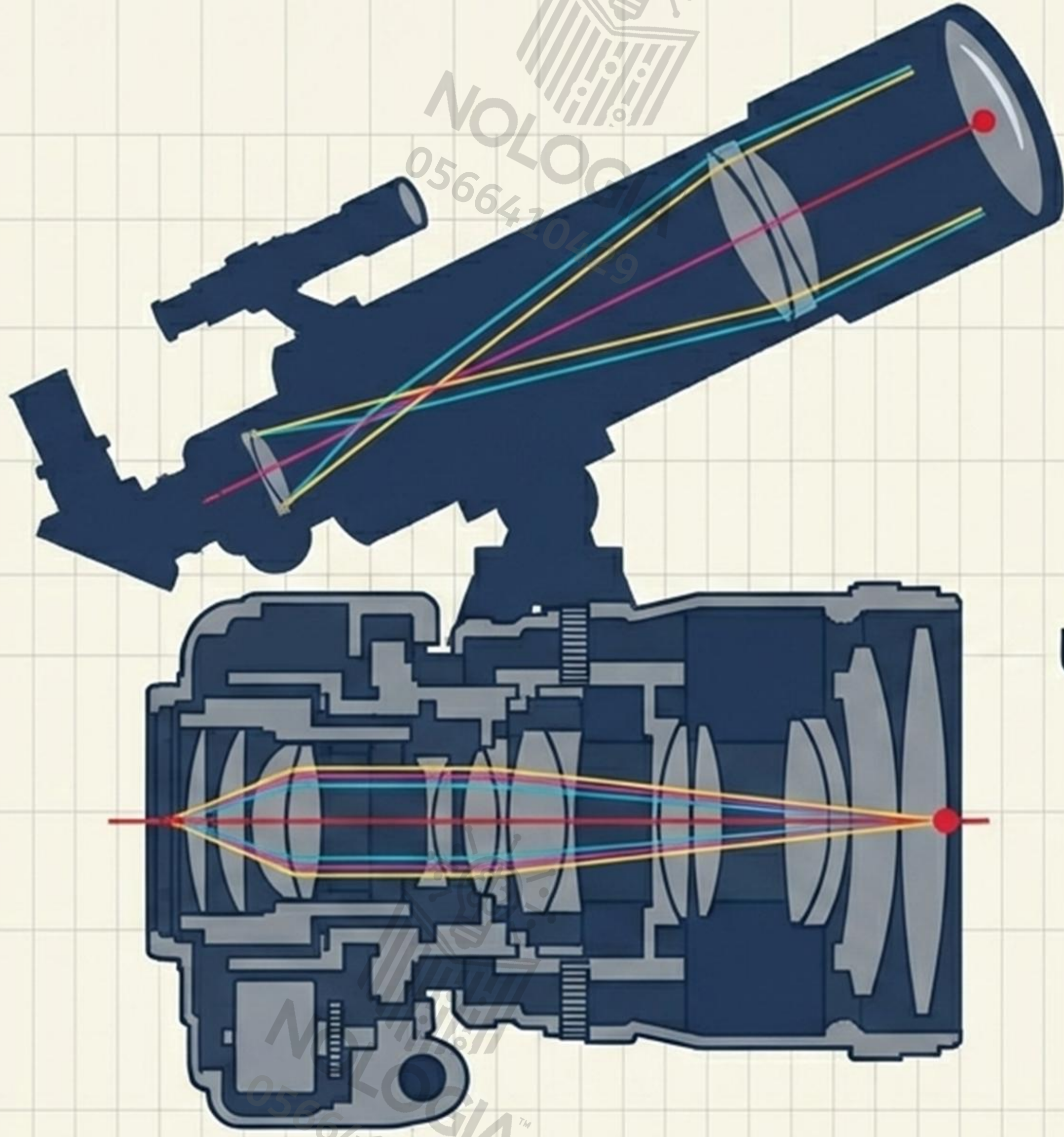
تصحيح قصر النظر: استخدام عدسة مقعرة (Concave).
تعمل على تفريق الأشعة لتطويل المسار، مما يدفع الصورة لتتكون على الشبكية.



تصحيح طول النظر: استخدام عدسة محدبة (Convex).
تعمل على تجميع الأشعة مبكراً، مما يسحب الصورة لتتكون على الشبكية.



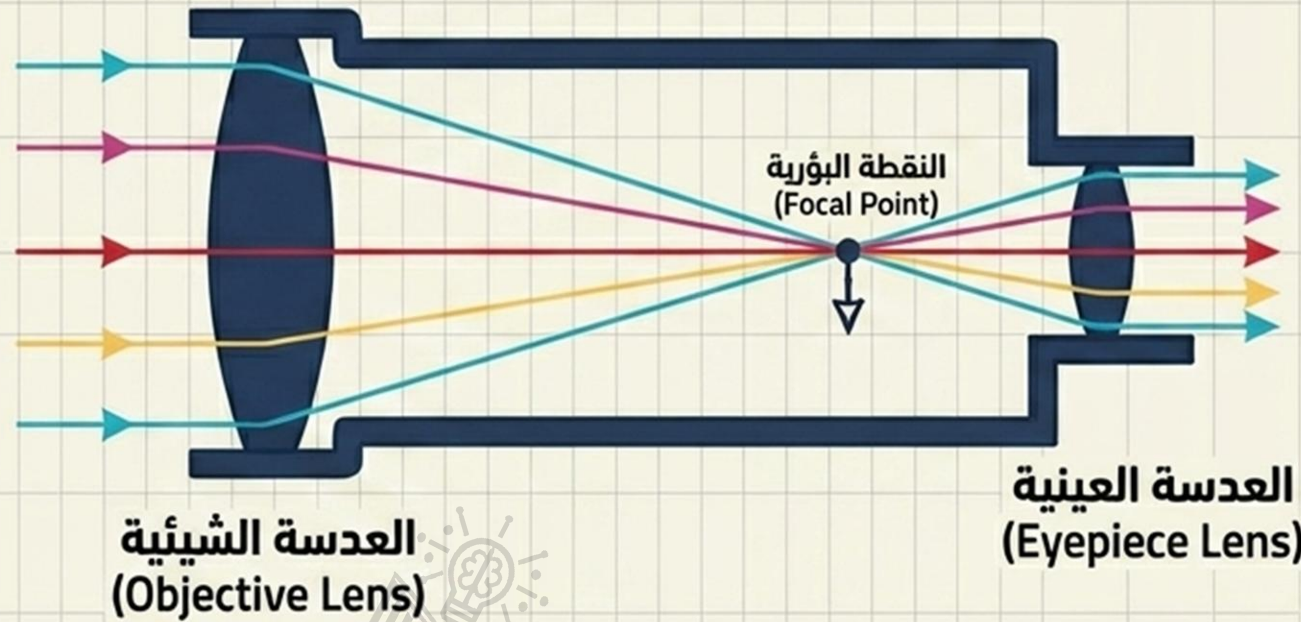
ملاحظة (العدسات اللاصقة): تعمل بنفس المبدأ الفيزيائي، لكنها توضع مباشرة على طبقة رقيقة من الدموع فوق القرنية.



الفصل الثالث: الأجهزة البصرية - ولتلسكوبات والكاميرات

كيف نستخدم هندسة العدسات لتضخيم النجوم البعيدة وتجميد لحظات الزمن.

التلسكوبات الكاسرة (التصميم الكبلري)



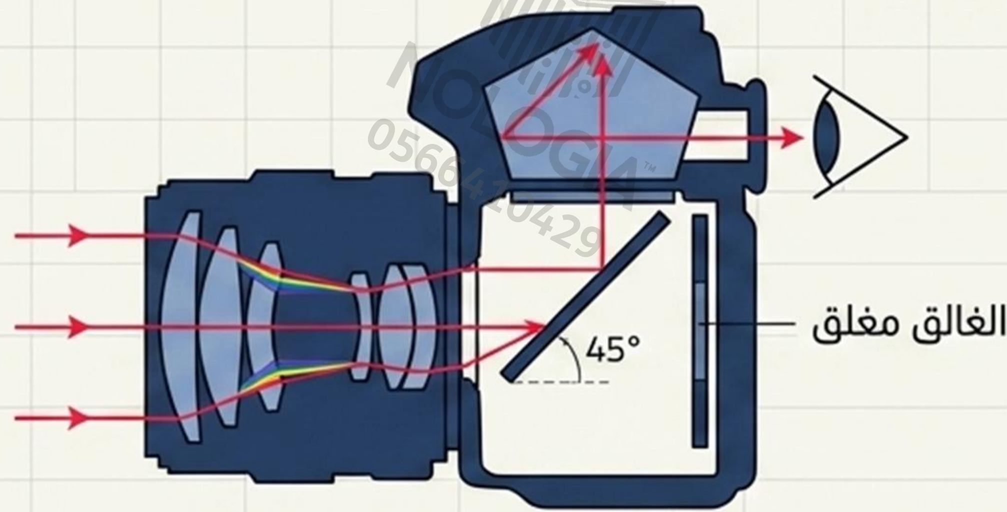
مسار الضوء خطوة بخطوة:

1. العدسة الشيئية (Objective Lens):
عدسة محدبة تجمع الضوء القادم من مسافات شاسعة لتكوين صورة حقيقية ومقلوبة عند النقطة البؤرية.

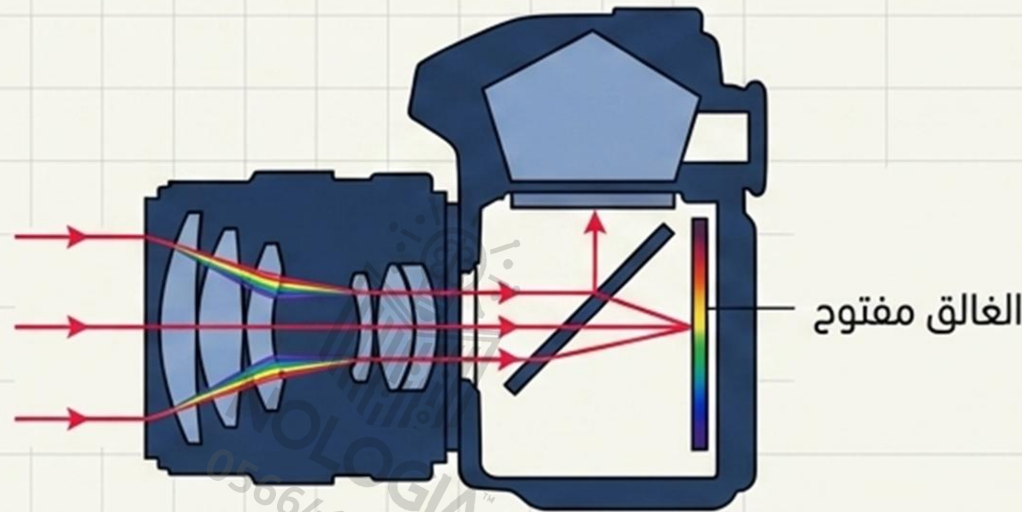
2. العدسة العينية (Eyepiece Lens):
تعمل كمكبر للصورة الأولى، وغالباً ما تكون عدسة لالونية لتقليل الزيغ.

النتيجة النهائية: صورة وهمية مكبرة **ومقلوبة** (وهو أمر مقبول تماماً في الرصد الفلكي).

داخل الكاميرا (Single-Lens Reflex)



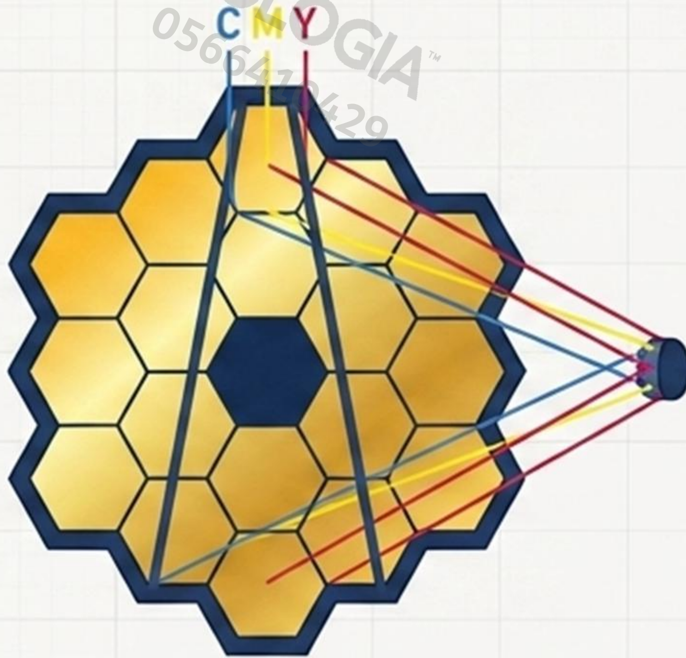
حالة الانتظار (الغالق مغلق): يمر الضوء عبر العدسات اللالونية، يصطدم بمرآة عاكسة، ويتجه لأعلى نحو منشور يعيد توجيه الصورة إلى عدسة تحديد الرؤية (Viewfinder).



حالة الالتقاط (الغالق مفتوح): عند الضغط على الزر، ترتفع المرآة. ينتقل الضوء في خط مستقيم ليصطدم بمستشعر الصور (CCD).

المستشعر (CCD): يلتقط الصورة كشحنات كهربائية تتناسب طردياً مع شدة الضوء.

الهندسة الفضائية: تلسكوب جيمس ويب (JWST)

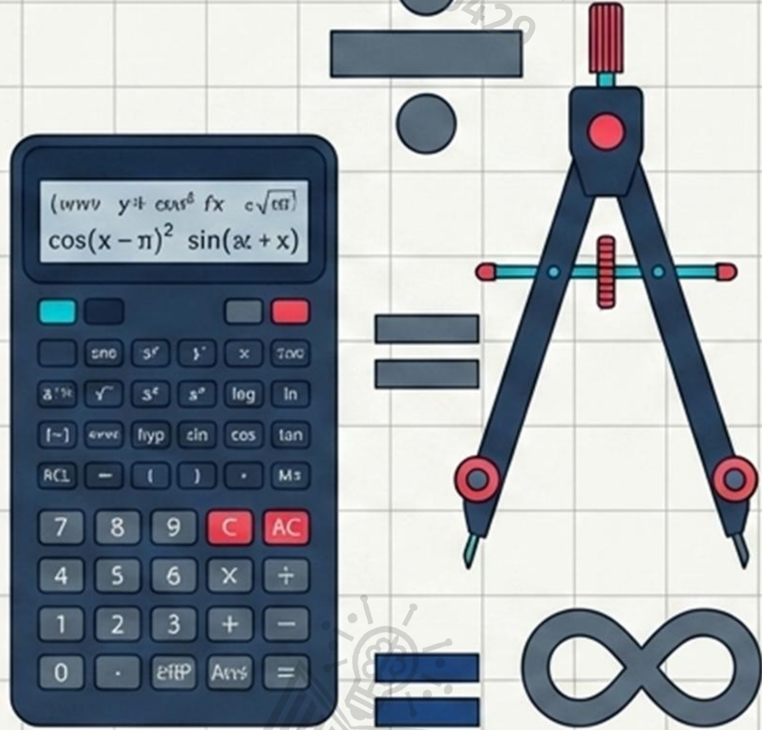


مرآة جيمس ويب الأساسية (6.5 متر)



مرآة هابل (2.4 متر)

- **لماذا المرايا بدلاً من العدسات؟:** صناعة عدسات زجاجية عملاقة ستكون ثقيلة جداً للإطلاق للفضاء، وستعاني من زيوغ كروية ولونية هائلة. لذلك تُستخدم المرايا العاكسة.
- **المواصفات الخارقة:** مرآة أساسية بقطر 6.5 متر (مقارنة بـ 2.4 متر لهابل)، تتكون من 18 قطعة سداسية من البريليوم خفيف الوزن.
- **الهدف:** تجميع ضوء الأشعة تحت الحمراء لرؤية أقدم المجرات التي تبعد أكثر من 13 مليار سنة ضوئية.

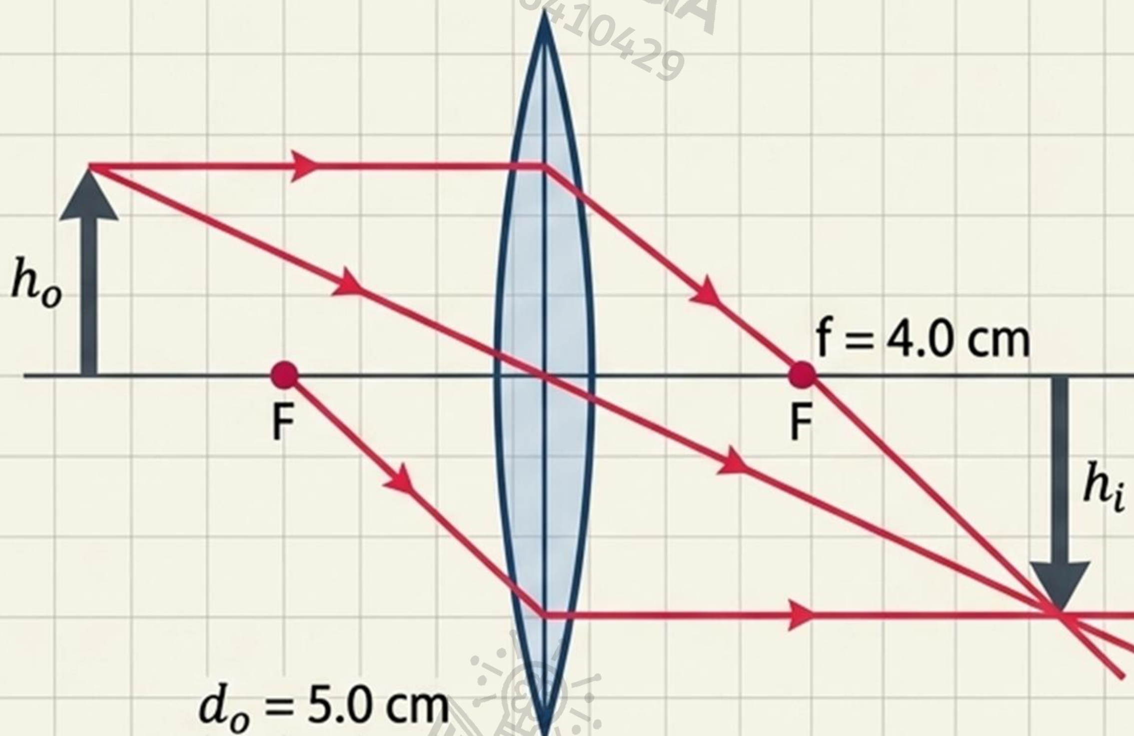


الفصل الرابع: بنك الأمثلة والمسائل التطبيقية

الربط بين القوانين الرياضية (معادلة العدسة الرقيقة والتكبير) والتطبيق العملي لضمان التفوق في الامتحانات.

مثال محلول (1): موقع الصورة والتكبير

المسألة: وُضّع جسم طوله 6.0 cm على بُعد 5.0 cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 4.0 cm. أوجد موقع الصورة والتكبير.



المعطيات (Given):

$f = 4.0$ cm $\quad d_o = 5.0$ cm $\quad h_o = 6.0$ cm

القوانين (Formulas):

معادلة العدسة: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$

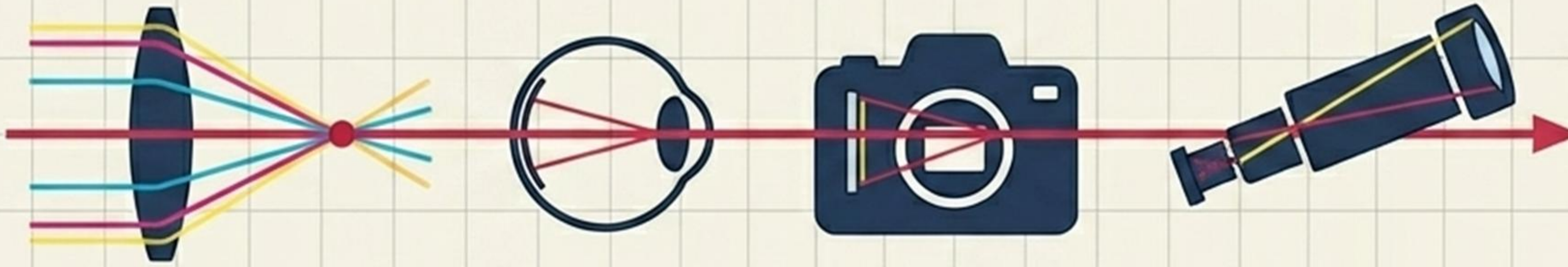
التكبير: $m = -\frac{d_i}{d_o}$

خطوات الحل (Solution):

$\frac{1}{4.0} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{5.0} \Rightarrow d_i = 20$ cm (صورة حقيقية)

$m = -\frac{20}{5.0} = -4.0 \Rightarrow$ (صورة مقلوبة ومكبرة 4 مرات)

التحكم في الانكسار هو التحكم في هو التحكم في البؤرة



سواء كان النظام هو العدسة اللالونية، أو العين البشرية، أو كاميرا SLR، أو تلسكوب الفضاء.. المبدأ الفيزيائي واحد: تشكيل مسار الضوء لإسقاط النقطة البؤرية المثالية على المستشعر.

أنت الآن تمتلك المخطط البصري الكامل.

سؤال مفاهيمي سريع:

السؤال: أي نوع من العدسات يستخدم لعلاج قصر النظر؟ ولعلاج طول النظر؟

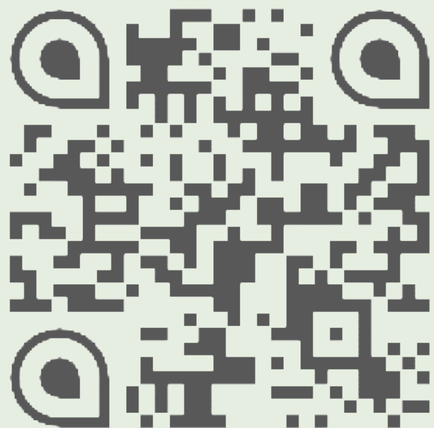
الجواب: قصر النظر (بؤرة قريبة جداً) يستخدم عدسة مقعرة. طول النظر (بؤرة بعيدة جداً) يستخدم عدسة محدبة.

الوحدة (17): التداخل والحيود





الوحدة (17): التداخل والحيود



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

01 الدرس الأول: التداخل







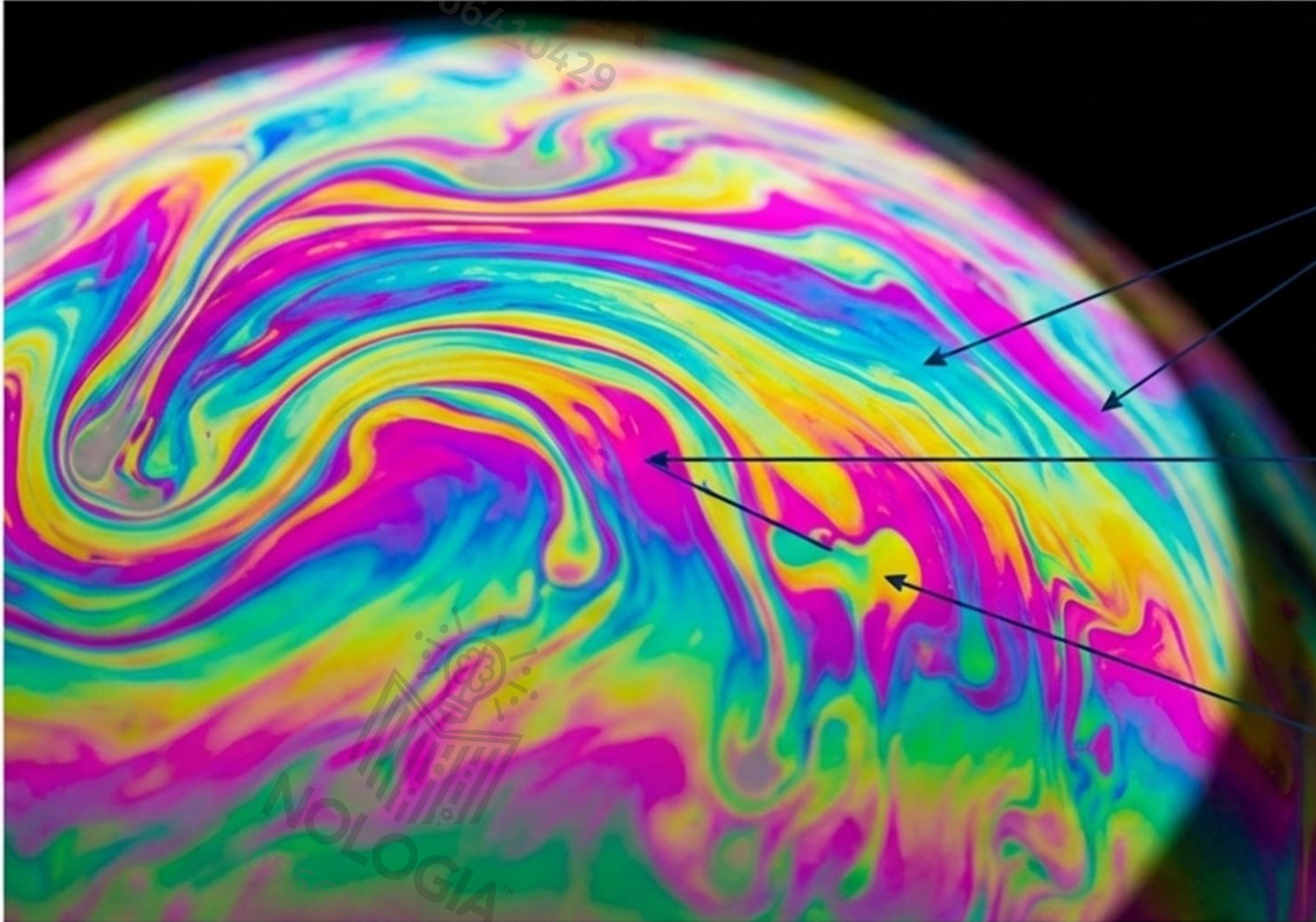




فيزياء التداخل: الدليل الشامل

استكشاف الطبيعة الموجية للضوء وتطبيقاتها

الظاهرة: كيف تُنتج الفقاعات ألوان الطيف؟



هذه الألوان ليست ناتجة عن تحلل الضوء بواسطة منشور.

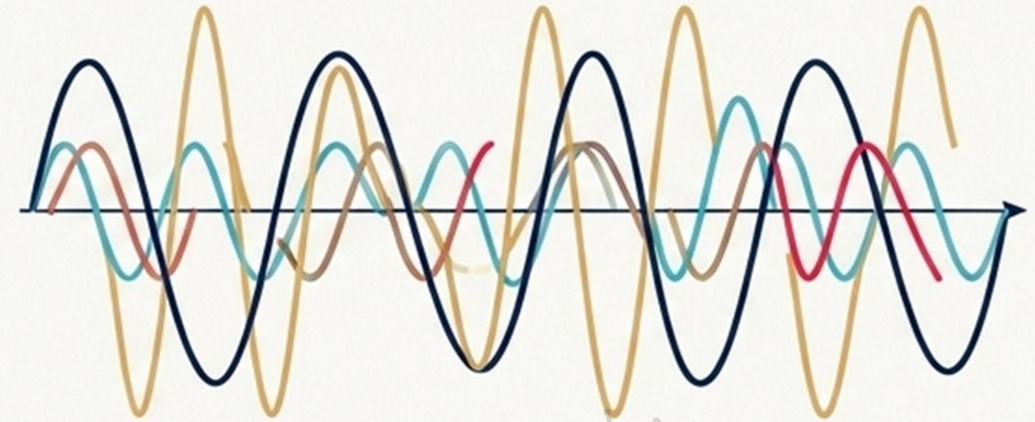
إنها نتيجة لظاهرة تُعرف باسم تداخل الضوء (Light Interference).

يحدث التداخل نتيجة تراكب الموجات الضوئية (Superposition of waves).

الأساسيات: الضوء المترابط مقابل غير المترابط

الضوء غير المترابط (Incoherent Light)



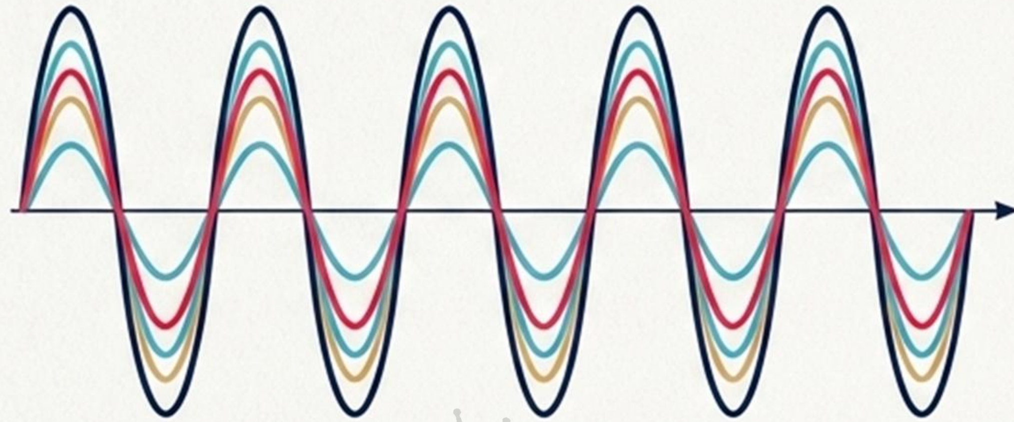


ضوء ذو موجات غير متفقة في الطور.

نمط موجي غير منتظم ومتقطع.

الضوء المترابط (Coherent Light)





ضوء مكون من موجات لها نفس الطول الموجي ومتفقة في الطور.

جبهة موجة منتظمة، تتولد من مصدر نقطي واحد.

آلية التداخل: البنّاء والهدّام

تداخل بنّاء (Constructive Interference)

الشرط: الموجات تتلاقى في نفس الطور.

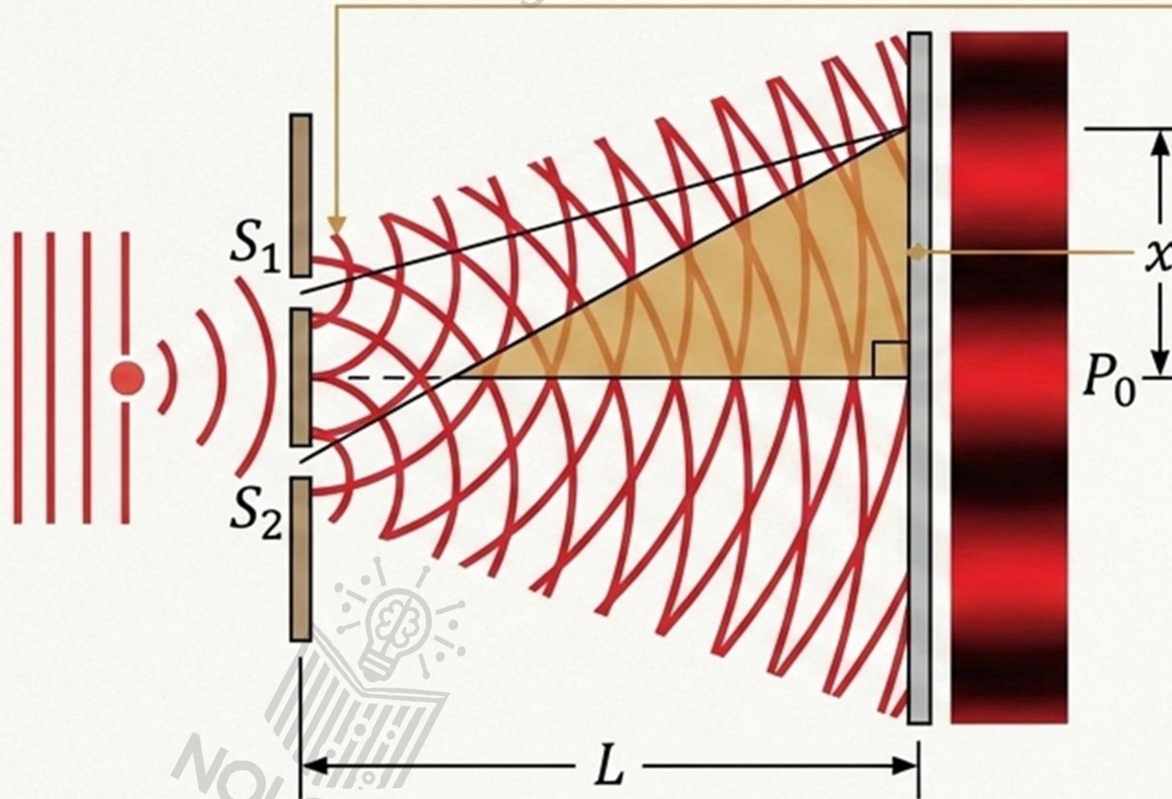
النتيجة: تقوية الموجة ينتج عنها هدب مضيء.

تداخل هدّام (Destructive Interference)

الشرط: الموجات تتلاقى باختلاف في الطور.

النتيجة: إلغاء الموجة ينتج عنه هدب معتم.

تجربة الشق المزدوج: هندسة التداخل



الشقان (S_1, S_1): يعملان كمصدرين مترابطين للضوء.

فرق المسار: يحدد نوع التداخل. إذا كان الفرق مضاعفاً صحيحاً للطول الموجي، ينتج تداخل بنّاء.

الهدب المركزي (P_0): دائماً مضيء لأن المسافة من كلا الشقين متساوية.

معادلة الشق المزدوج

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

الطول الموجي للضوء (Wavelength)
الوحدة: متر (m)

المسافة بين الشقين
الوحدة: متر (m)

المسافة إلى الهدب المضيء
الوحدة: متر (m)

المسافة من الشقين إلى الشاشة
الوحدة: متر (m)

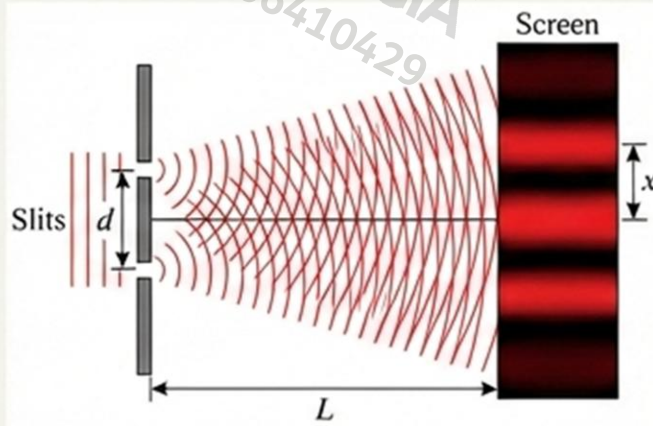
ملاحظة هامة: تُطبق هذه المعادلة عندما تكون الزاوية صغيرة جداً.

مثال محلول 1: حساب الطول الموجي

1. المعطيات والمطلوب

$$d = 1.90 \times 10^{-5}\ \text{m}$$
$$x = 2.11 \times 10^{-2}\ \text{m}$$
$$L = 0.600\ \text{m}$$
$$\lambda = ?$$

2. الرسم والتحليل



3. التعويض والحل

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$
$$\lambda = \frac{(2.11 \times 10^{-2}\ \text{m})(1.90 \times 10^{-5}\ \text{m})}{0.600\ \text{m}}$$
$$\lambda = 6.68 \times 10^{-7}\ \text{m} = 668\ \text{nm}$$

4. تقييم الإجابة

✓ نطاق الضوء الأحمر هو 600 إلى 700 نانومتر، لذا الإجابة منطقية ووحدات القياس صحيحة.

بنك التدريبات 1: تداخل الشق المزدوج

1

ضوء بنفسجي يسقط على شقين المسافة بينهما $1.90 \times 10^{-5-5}$ m. الهدب المضيء الأول يظهر على بُعد 13.2 mm من الهدب الهدب المركزي، والشاشة على بُعد 0.600 m.
احسب الطول الموجي.

2

ضوء أصفر-برتقالي ($\lambda = 596$ nm) يسقط على شقين المسافة بينهما 1.90×10^{-5} m. الشاشة على بُعد 0.600 m.
ما المسافة x للهدب المضيء الأول؟

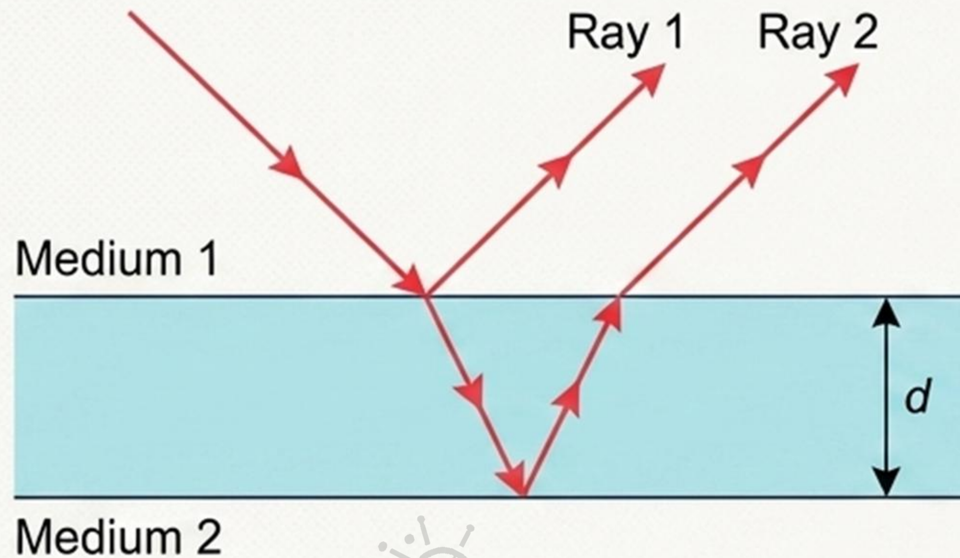
3

يُستخدم ليزر ($\lambda = 632.8$ nm)، والشاشة على بُعد 1.000 m. الهدب المضيء الأول على بُعد 65.5 mm.
ما المسافة d بين الشقين؟

4

تحدي: ضوء ($\lambda = 596$ nm)، والمسافة d $d = 2.25 \times 10^{-5n}$ m. المسافة x للهدب الأصفر الأول هي هي 2.00×10^{-2} m.
احسب المسافة L.

تداخل الغشاء الرقيق: المفهوم الأساسي

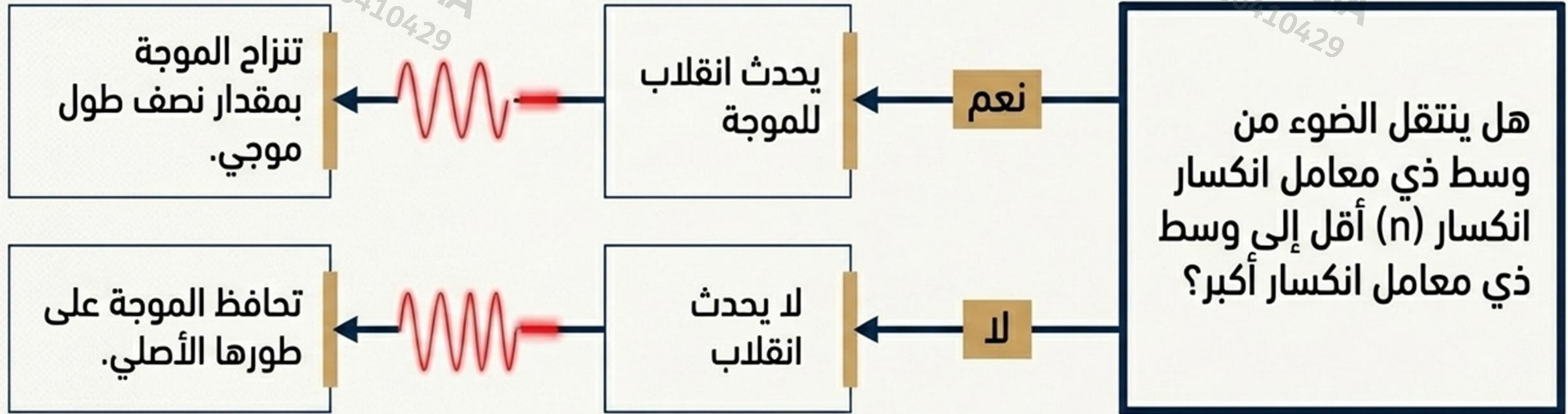


يحدث التداخل نتيجة انعكاس الضوء من السطحين الأمامي والخلفي لغشاء رقيق.

الشعاع 1: ينعكس من السطح العلوي.
الشعاع 2: يعبر الغشاء، ينعكس من السطح السفلي، ثم يخرج.

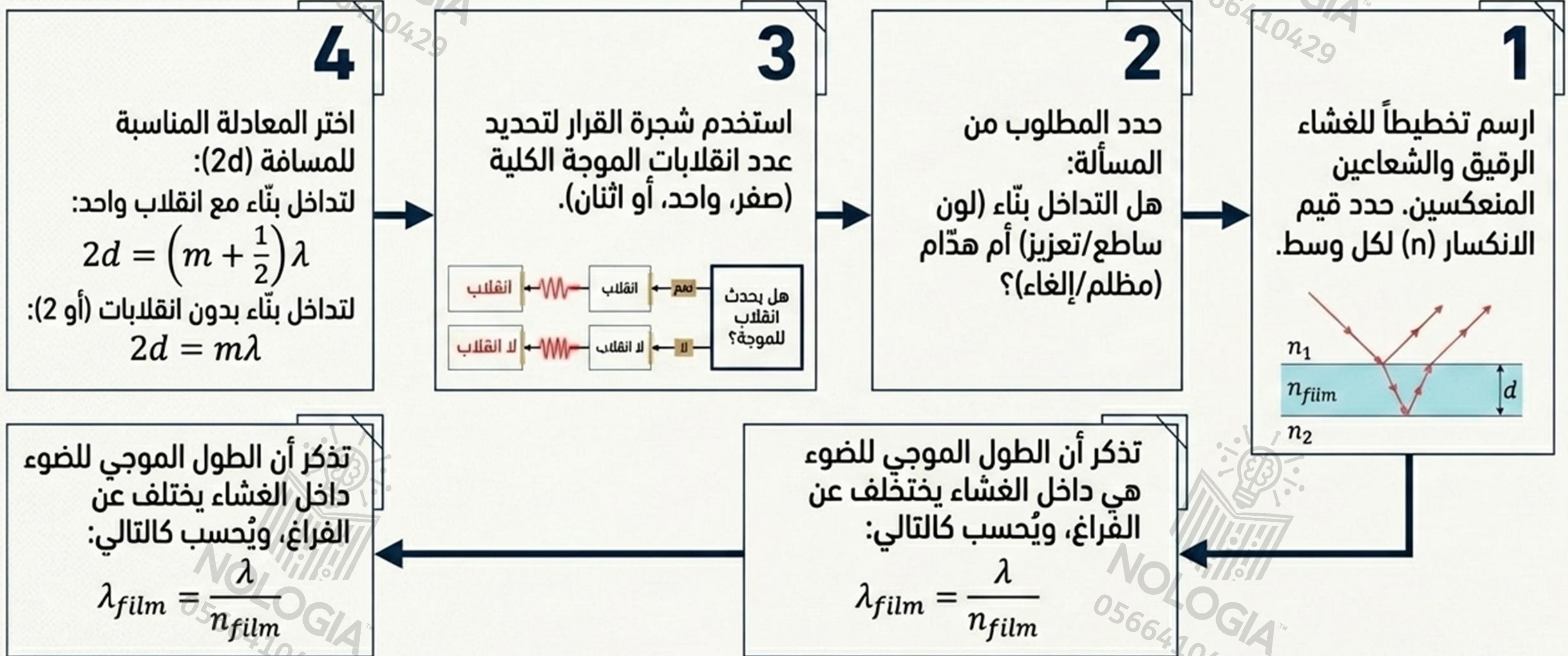
المسافة الإضافية: الشعاع 2 يقطع مسافة إضافية داخل الغشاء تساوي ضعف السُمك (2d). هذه المسافة الإضافية هي التي تحدد فرق الطور.

شجرة القرار: معاملات الانكسار وانقلاب الموجة



ملاحظة هامة: نقوم بتطبيق هذه القاعدة مرتين: مرة للشعاع 1 (الانعكاس العلوي) ومرة للشعاع 2 (الانعكاس السفلي).

استراتيجية الحل لمسائل الغشاء الرقيق



مثال محلول 2: بقعة زيت على الماء

1. المعطيات

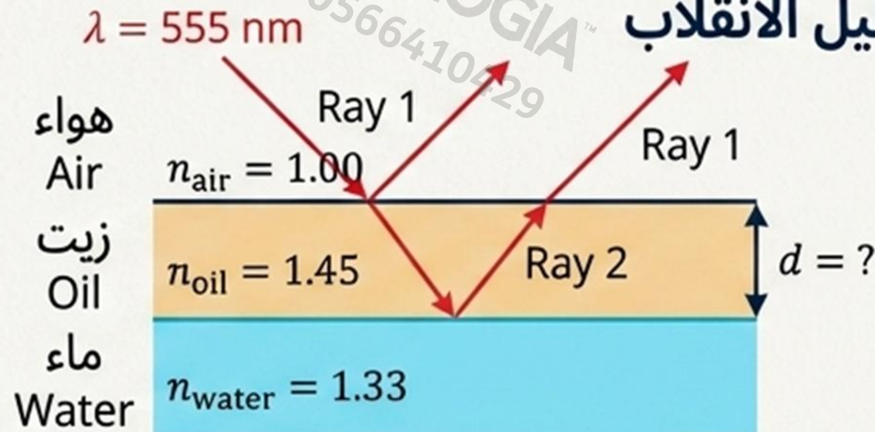
$\lambda = 555\ \text{nm}$

$n_{water} = 1.33$

$n_{oil} = 1.45$

المطلوب: أقل سُمك d.

2. تحليل الانقلاب



علوي (هواء إلى زيت): 1.00 < 1.45 → يحدث انقلاب.

سفلي (زيت إلى ماء): 1.45 > 1.33 → لا انقلاب.

المجموع: انقلاب واحد فقط.

3. الحل

للتداخل البنّاء مع انقلاب واحد:

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{n_{oil}}\right)$$

لأقل سُمك، نضع $m = 0$:

$$d = \frac{\lambda}{4 * n_{oil}}$$

$$d = \frac{555}{4 * 1.45} = 95.7\ \text{nm}$$

4. التقييم

السمك المحسوب أقل من طول موجي واحد، وهو ناتج منطقي وصحيح لـ (أقل سُمك ممكن).

بنك التدريبات 2: تداخل الغشاء الرقيق

في مثال الزيت والماء السابق، ما هو أقل سُمك ينتج ضوءاً أحمر منعكساً ($\lambda = 635$ nm) بدلاً من الأخضر؟

طلاء مانع للانعكاس من فلوريد المغنيسيوم على زجاج. ما سُمك الطلاء لمنع انعكاس ضوء طوله الموجي 555 nm؟ (استخدم الرسم الانقلابات).

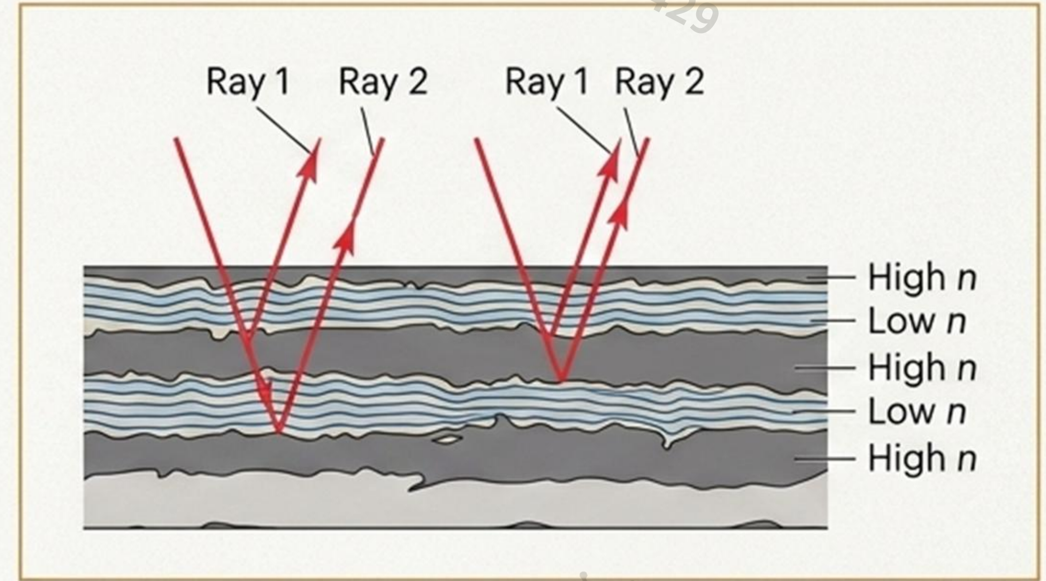
Ray 1
Ray 2
$\lambda = 555$ nm
هواء
$n_{air} = 1.00$
$d = ?$
فلوريد المغنيسيوم
$n_{flim} = 1.38$
زجاج
$n_{glass} = 1.52$

غشاء صابون (n=1.33). ما هو أقل سُمك للغشاء لرؤية شريط أسود (تداخل هدّام) عند إضاءته بضوء طوله الموجي 5 nmتنذ إلى ماخل أسحسانت 521 nm؟

تحدي: خلية شمسية من السيليكون مكسوة بطلاء (أول أكسيد السيليكون، n = 1.45). إذا كان السيليكون n = 3.5، ما سُمك الطبقة لمنع انعكاس ضوء $\lambda = 555$ nm؟

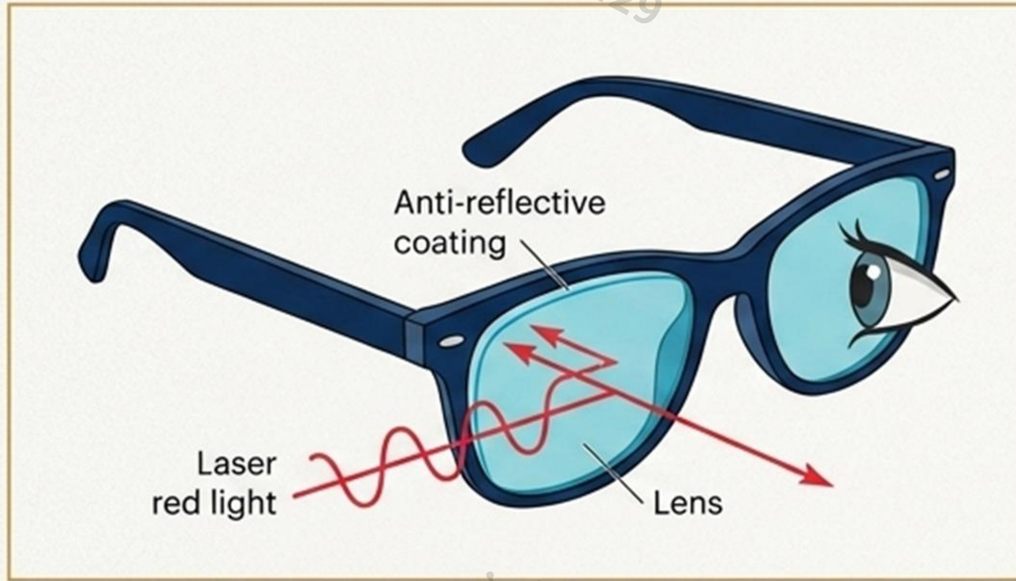
الفيزياء في الواقع: من الطبيعة إلى التكنولوجيا

التداخل في الطبيعة (خنفساء النمر)



اللون الأخضر اللامع لخنفساء النمر ليس صبغة. إنه نتيجة تداخل بنّاء للضوء الأخضر المنعكس من طبقات الكيتين الرقيقة المتعددة في هيكلها الخارجي.

تطبيقات تكنولوجية (النظارات الطبية)



وضع غشاء رقيق على العدسات كطلاء مانع للانعكاس يؤدي إلى تداخل هدّام للأطوال الموجية المرئية المنعكسة، مما يقلل الوهج ويسمح بمرور المزيد من الضوء إلى العين.

الملخص الشامل: قوانين وقواعد التداخل

تجربة الشق المزدوج (Double-Slit)	تداخل الغشاء الرقيق (Thin-Film)
$\lambda = \frac{xd}{L}$ **شرط التطبيق:** الزاوية صغيرة، والشاشة بعيدة جداً (L ≫ d (L >> d). **المتغيرات:** x: بُعد الهدب المضيء d: المسافة بين الشقين L: بُعد الشاشة عن الشقين	**قاعدة الانقلاب:** من n صغير إلى n كبير → يحدث انقلاب. **حالة صفر أو 2 انقلاب** تداخل بنّاء (سطوع): $2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{n_{film}}\right)$ تداخل هدّام (ظلام): $2d = m\left(\frac{\lambda}{n_{film}}\right)$ **حالة 1 انقلاب** تداخل بنّاء (سطوع): $2d = m\left(\frac{\lambda}{n_{film}}\right)$ تداخل هدّام (ظلام): $2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\left(\frac{\lambda}{n_{film}}\right)$

(**ملاحظة:** لحساب أقل سُمك للغشاء، ابدأ بالتعويض بـ m=0 أو m=1 حسب المعادلة لضمان أن يكون السُمك d أكبر من الصفر).

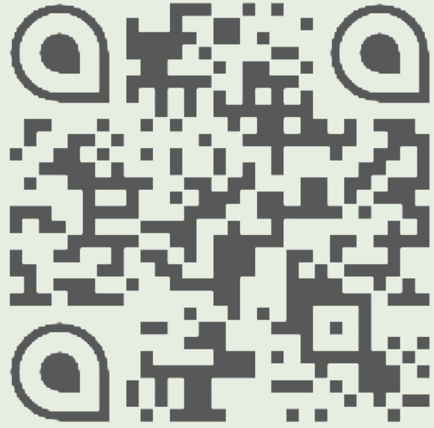



الوحدة (17): التداخل والحيود

02

الدرس الثاني:

الحيود



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR



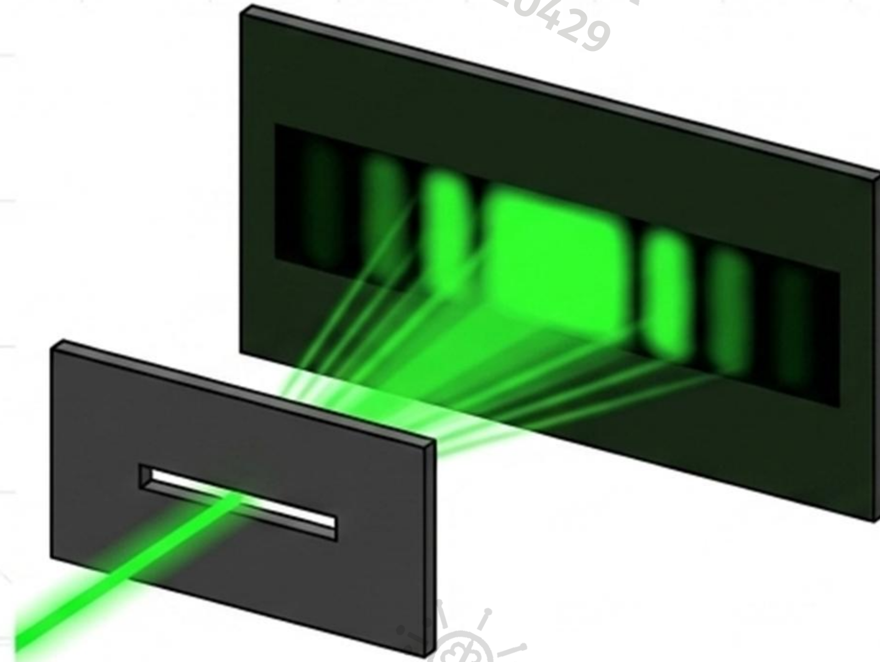



حيود الضوء ومحزوزات الحيود

الدليل الشامل للفيزياء: المفاهيم، القوانين، والتطبيقات العملية



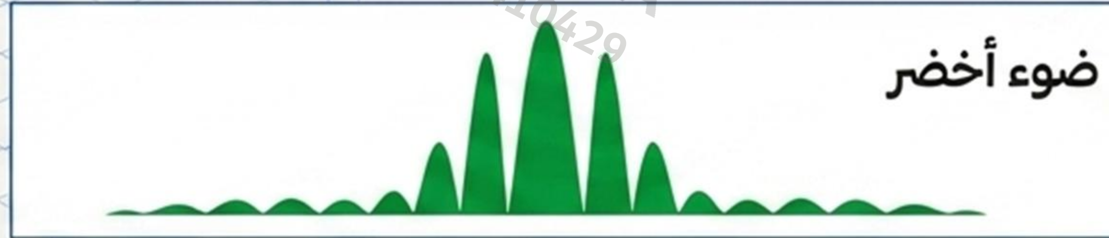
ما هو حيود الشق المفرد؟

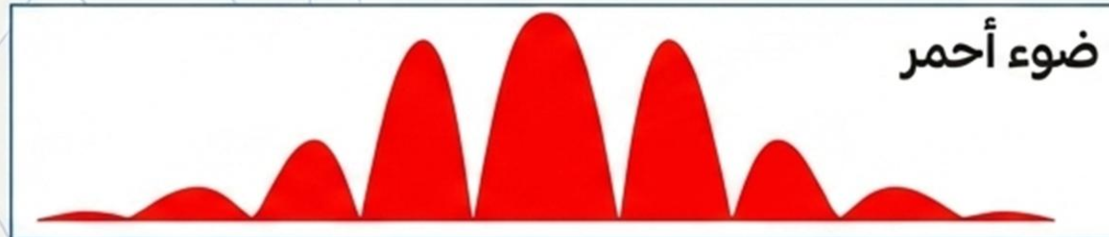


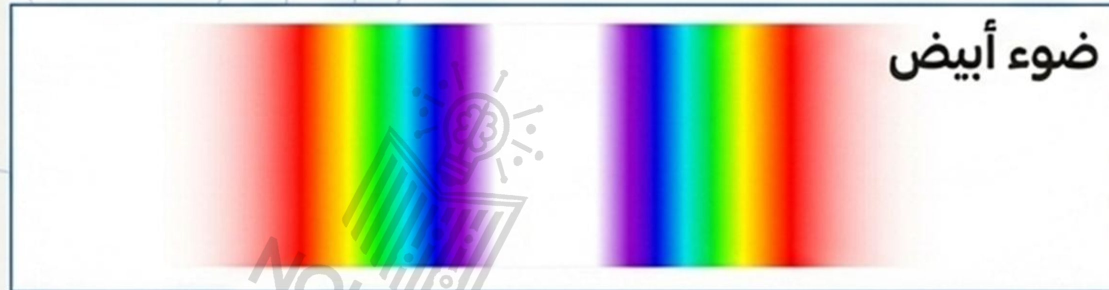
- يحدث الحيود عندما تمر موجات الضوء عبر حافة أو شق صغير، مما يؤدي إلى انحنائها وتشتتها.
- النتيجة: بدلاً من تكوين ظل حاد، ينتج الضوء "نمط حيود" على الشاشة.
- يتكون النمط من هدب مركزي مضيء وعريض، تحيط به أهداب مضيئة ومظلمة أضيق وأقل سطوعاً.

المفهوم الأساسي: يحدث هذا النمط بسبب التداخل البناء والهدام لـ "مويجات هيجنز".

تأثير الطول الموجي على نمط الحيود

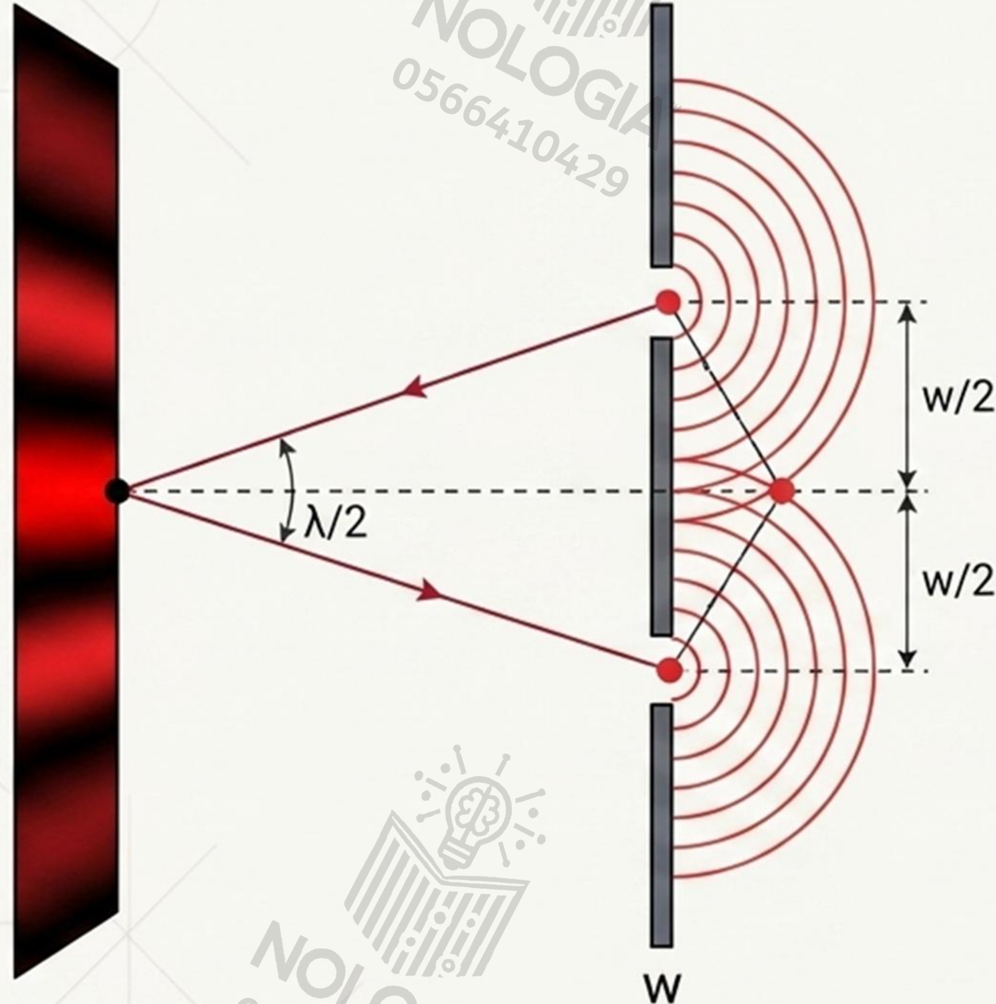






- **الضوء الأخضر مقابل الأحمر:**
  - الضوء الأحمر يمتلك طولاً موجياً أطول من الضوء الأخضر.
  - القاعدة: كلما زاد الطول الموجي، زاد عرض الهدب المركزي المضيء.
- **الضوء الأبيض:**
  - لأن الضوء الأبيض مزيج من جميع الألوان، فإن النمط يظهر كطيف كامل بدلاً من لون واحد، مع تدرج الألوان على الجانبين.

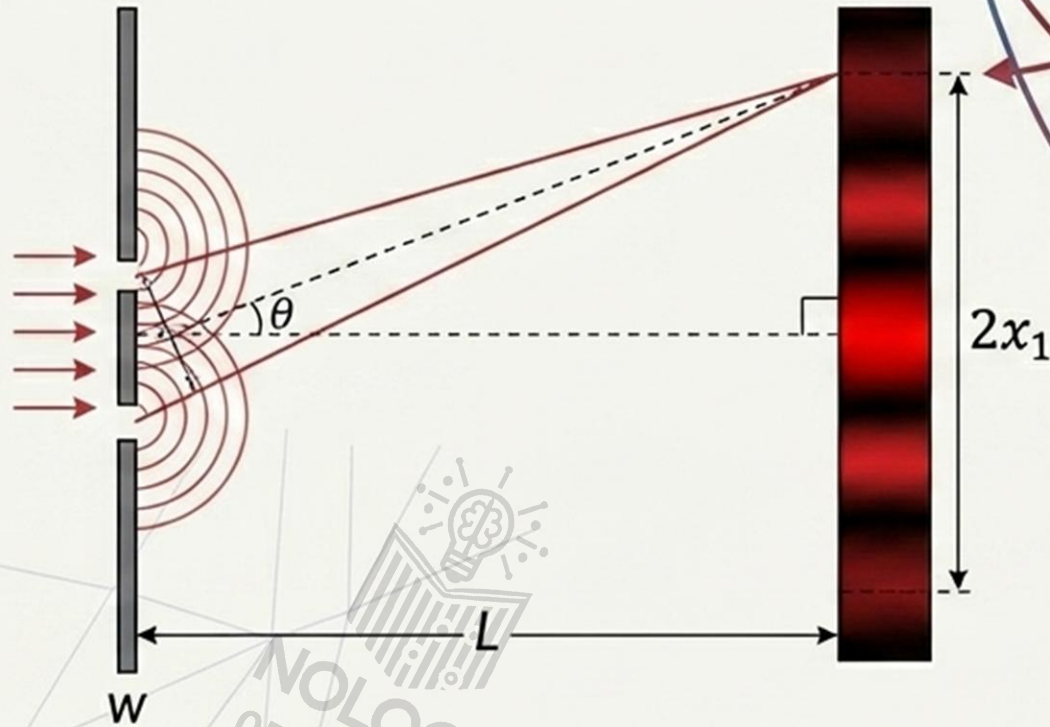
موجات هيجنز وتفسير الأهداب المظلمة



1. تخيّل أن الشق (عرضه w) مقسم إلى نصفين متساويين (w/2).
2. كل نقطة داخل الشق تعمل كمصدر لموجات دائرية جديدة (مويجات هيجنز).
3. لكل مويجة في النصف العلوي، توجد مويجة مطابقة في النصف السفلي تبعد عنها مسافة w/2.
4. التداخل الهدام: عندما يصل فرق المسار بين المويجتين إلى λ/2، تلغي إحداهما الأخرى، مما ينتج هدباً مظلماً على الشاشة.

القوانين الرياضية
لحيود الشق المفرد

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$



- $2x_1$: عرض الهدب المركزي المضيء عبر الشاشة
- λ : الطول الموجي للضوء الساقط
- L : المسافة من الشق إلى الشاشة
- w : عرض الشق المفرد

شرط أساسي: يفترض هذا القانون أن المسافة إلى الشاشة (L) أكبر بكثير من عرض الشق (w).

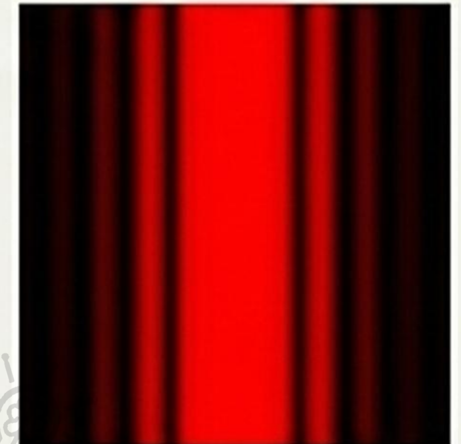
تطبيق عملي (1): حساب عرض الهدب المركزي

المسألة: يسقط ضوء أخضر أحادي اللون طوله الموجي 546 nm على شق مفرد عرضه 95ـ0.0. 0.095 mm. إذا كان الشق يبعد 75 n عن الشاشة، فما عرض الهدب المركزي المضيء؟

المعطيات	القانون	الحل والنتيجة
• $\lambda = 546 \times 10^{-9}$ m • $w = 0.095 \times 10^{-3}$ m • $L = 0.75$ m	$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$	$2x_1 = \frac{2(546 \times 10^{-9})(0.75)}{(0.095 \times 10^{-3})}$ النتيجة النهائية: $2x_1 = 8.6 \times 10^{-3}$ m $= 8.6$ mm

تطبيق عملي (2): تحدي الألوان وتأثير المرشحات

يسقط ضوء أبيض على شق عرضه 0.050 mm، والشاشة تبعد 1.00 m.
قاس طالب عرض الهدب باستخدام مرشحين مختلفين.



المرشح الأحمر

الطول الموجي: $\lambda = 622\ nm$

العملية الحسابية:

$$2x_1 = \frac{2(622 \times 10^{-9})(1.00)}{(0.050 \times 10^{-3})}$$

النتيجة: 24.9 mm

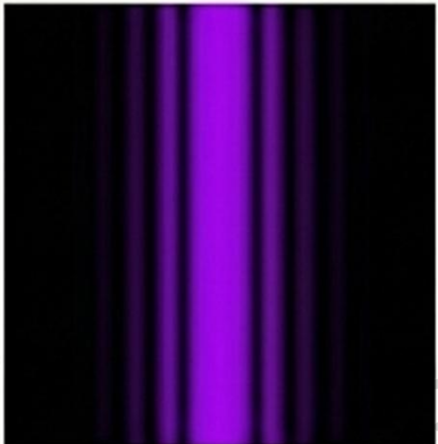
المرشح البنفسجي

الطول الموجي: $\lambda = 441\ nm$

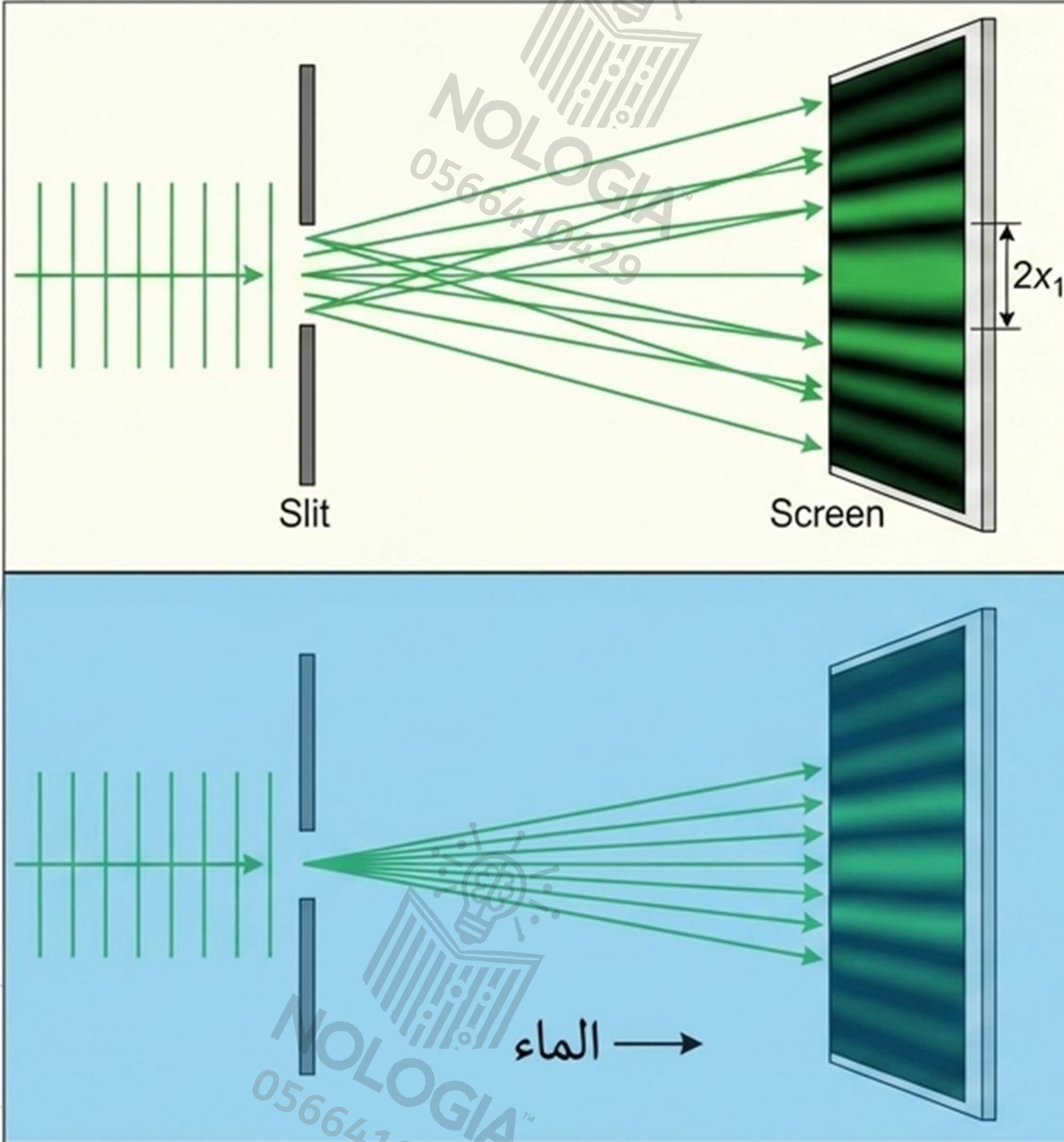
العملية الحسابية:

$$2x_1 = \frac{2(441 \times 10^{-9})(1.00)}{(0.050 \times 10^{-3})}$$

النتيجة: 17.6 mm



الاستنتاج: المرشح الأحمر ينتج هدباً أوسع لأن طوله الموجي أطول (علاقة طردية).



تحدي فيزيائي متقدم: الغمر في سائل

ماذا يحدث لعرض الهدب المركزي إذا تم غمر الجهاز بالكامل في الماء (معامل الانكسار $n = 1.33$)؟

- عندما ينتقل الضوء إلى وسط ذي معامل انكسار أعلى، تقل سرعته ويقل طوله الموجي.
- بما أن الطول الموجي (λ) أصبح أصغر في الماء...
- ونظراً لأن عرض الهدب يتناسب طردياً مع الطول الموجي ($2x_1 \propto \lambda$)...

الاستنتاج النهائي: سيصبح عرض الهدب المركزي المضيء أضيق وأقل عرضاً.

الانتقال للتكنولوجيا: محزوزات الحيود



المفهوم:

- محزوز الحيود: أداة تتكون من عدد كبير جداً من الشقوق الصغيرة المتقاربة جداً.
- الكثافة العالية: يمكن أن تحتوي على ما يصل إلى 10,000 شق في السنتيمتر الواحد.

لماذا نستخدمها؟

- تنتج أنماطاً ذات أهداب أكثر سطوعاً وأضيق بكثير مقارنة بالشق المفرد.
- الاستخدام الأساسي: تعمل كأداة دقيقة جداً لقياس الأطوال الموجية ودراسة الطيف الضوئي في المختبرات.

أنواع محززوات الحيود

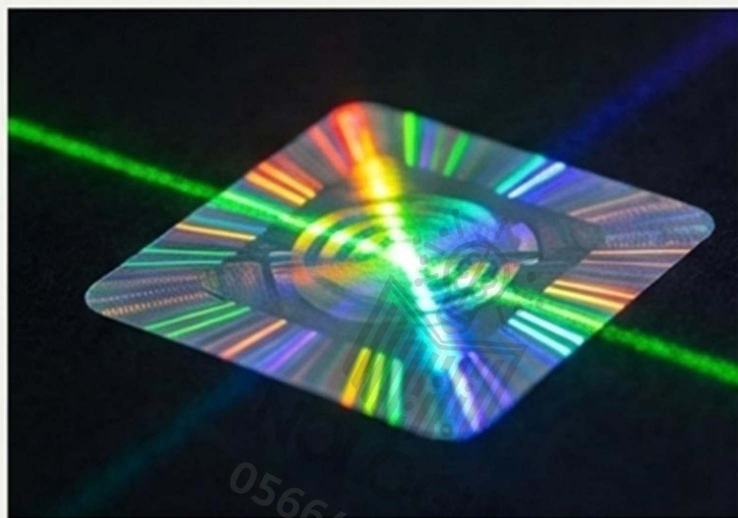
النوع	آلية العمل	أمثلة من الواقع
محزوز النفاذ	يمر الضوء عبر مسافات شفافة بين خطوط دقيقة تعمل كشقوق متقاربة.	زجاج مخدوش بخطوط دقيقة، المجوهرات، المحزوزات الهولوغرافية.
محزوز الانعكاس	ينعكس الضوء عن سطح محفور بخطوط رفيعة جداً، وتتداخل الموجات المنعكسة.	الأقراص المدمجة والضوئية، الأسطح المعدنية اللامعة المحفورة.

تطبيقات واقعية: محزوزات النفاذ



الألماس والمجوهرات:

- يتم حفر محزوزات دقيقة جداً على أسطح بعض المجوهرات.
- الهدف: زيادة تشتت الضوء لتجعل الحجر يبدو أكثر بريقاً وتألقاً بألوان الطيف الزاهية.

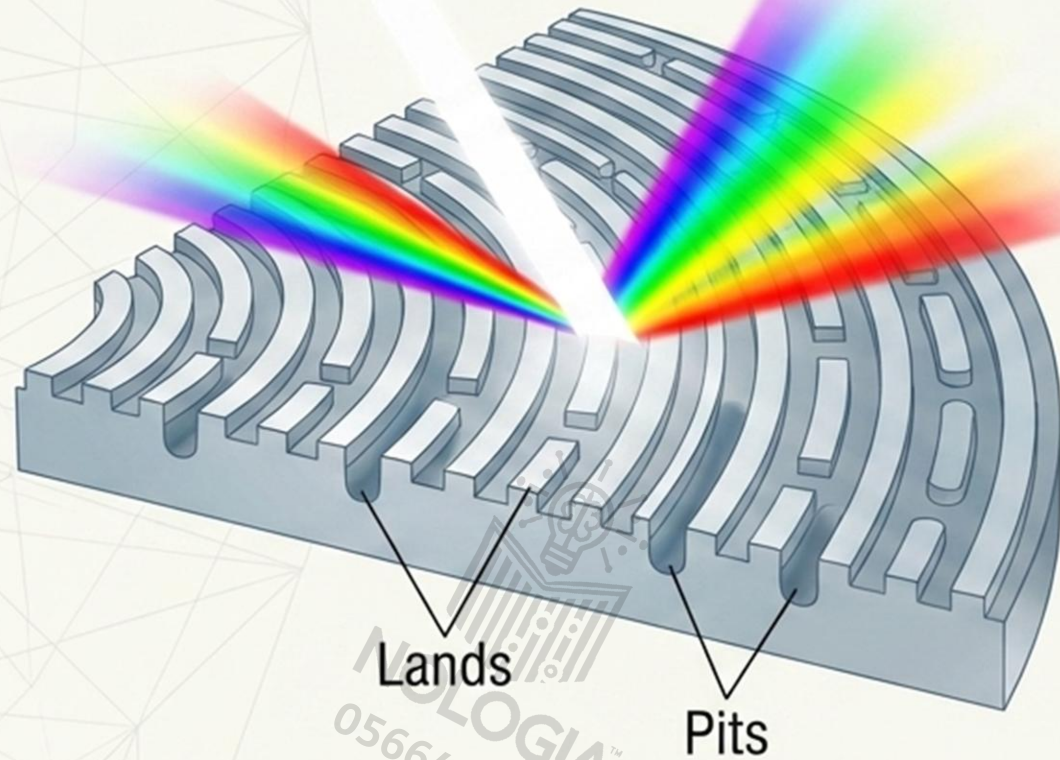


الهولوغرام والمحزوزات الهولوغرافية:

- تُنتج أسطع أطياف الحيود.
- تُصنع باستخدام أشعة الليزر والمرايا لتكوين نمط تداخل دقيق من الخطوط المضيئة والمظلمة على مادة حساسة للضوء، وتستخدم في الأمن والتوثيق.

لماذا تُنتج أقراص الـ DVD ألوان الطيف؟

السر: تعمل الأقراص الضوئية كـ **"محزوزات انعكاس"** عالية الدقة.



كيف تعمل؟

- سطح القرص مغطى بمسارات حلزونية تتكون من فجوات مجهرية تفصل بينها مناطق مسطحة.
- هذه المسارات الحلزونية متقاربة جداً، وتعمل بمثابة الشقوق الدقيقة في محزوز الحيود.
- عندما يسقط الضوء الأبيض عليها، تتداخل الموجات المنعكسة عن هذه الفجوات بشكل بناء وهدام، مما يفصل الضوء إلى ألوان الطيف الزاهية التي نراها بالعين المجردة.

تطور التكنولوجيا: كيف زاد الطول الموجي سعة التخزين؟



السر الفيزيائي: كلما قصر الطول الموجي لليزر، قلّ الحيود المشتت للضوء. هذا يسمح بتركيز الليزر في بقعة أصغر بكثير، مما يعني إمكانية حفر فجوات أصغر وأقرب لبعضها، وبالتالي تخزين معلومات أكثر بكثير في نفس المساحة.

الملخص الشامل للمراجعة السريعة

المفاهيم الأساسية	القانون الرياضي للشق المفرد	أهم التطبيقات العملية
• **الحيود:** انحناء وتشتت الضوء عند مروره بحافة أو شق، ضيق. • **مبدأ هيجنز:** كل نقطة في الشق تعمل كمصدر لمويجات ثنويجات جديدة تتداخل لتكوين الأهداب. • **محزوز الحيود:** أداة بها آلاف الشقوق الدقيقة لقياس الطول الموجي بدقة عالية، وتكون إما للنفاذ أو للانعكاس.	• **المعادلة:** $2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$ w ، $2x_1$ ، L • **العلاقات الاستنتاجية:** يتناسب عرض الهدب المركزي المضيء طردياً مع الطول الموجي للضوء والمسافة إلى الشاشة، وعكسياً مع عرض الشق.	• **قياس الطول الموجي بدقة** وتحديد أنواع المواد المجهولة عبر معامل الانكسار. • **زيادة** تشتت الضوء وبريق الألماس والمجوهرات. • **تخزين وقراءة البيانات الرقمية** في الأقراص المدمجة المتطورة (CD, DVD, Blu-ray).

ما هو محزوز الحيود؟

أداة تتكون من عدد كبير من الشقوق المفردة المتقاربة جداً. تُستخدم لقياس الطول الموجي للضوء بدقة عالية جداً.

الشق المزدوج (Double Slit)	محزوز الحيود (Diffraction Grating)
أهداب مضيئة عريضة، تداخل هدام أقل	خطوط ضيقة جداً، مساحات مظلمة واسعة بسبب التداخل الهدام الأكبر

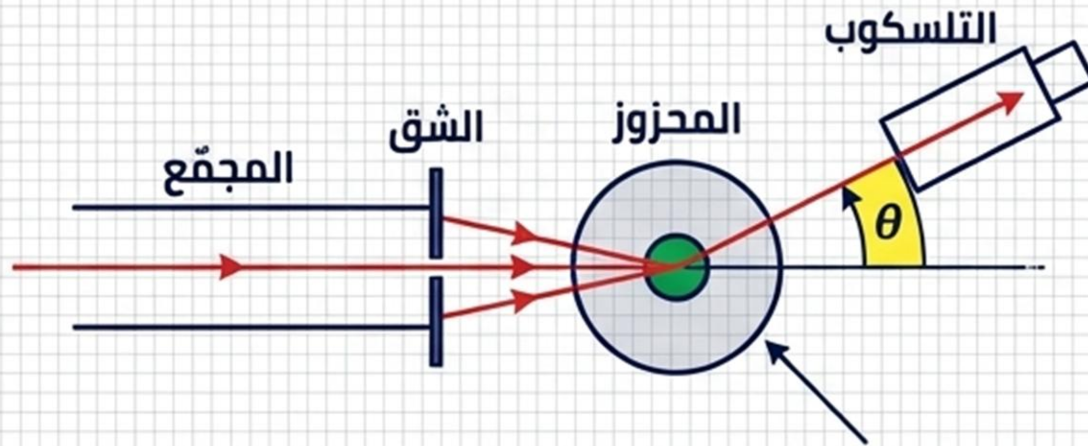
الاستنتاج: كلما زاد عدد الشقوق في المليمتر الواحد، أصبحت الخطوط المضيئة أضيق والقياسات أكثر دقة.

تشريح القانون:
قياس الطول الموجي

ملاحظة هامة: للتداخل البناء في رتب أعلى، نستخدم المعادلة العامة:

$$m\lambda = d \sin \theta$$

حيث أن (m = 0, 1, 1...). يقيس العلماء غالباً عند الرتبة 2 أو 3 لزيادة الدقة.

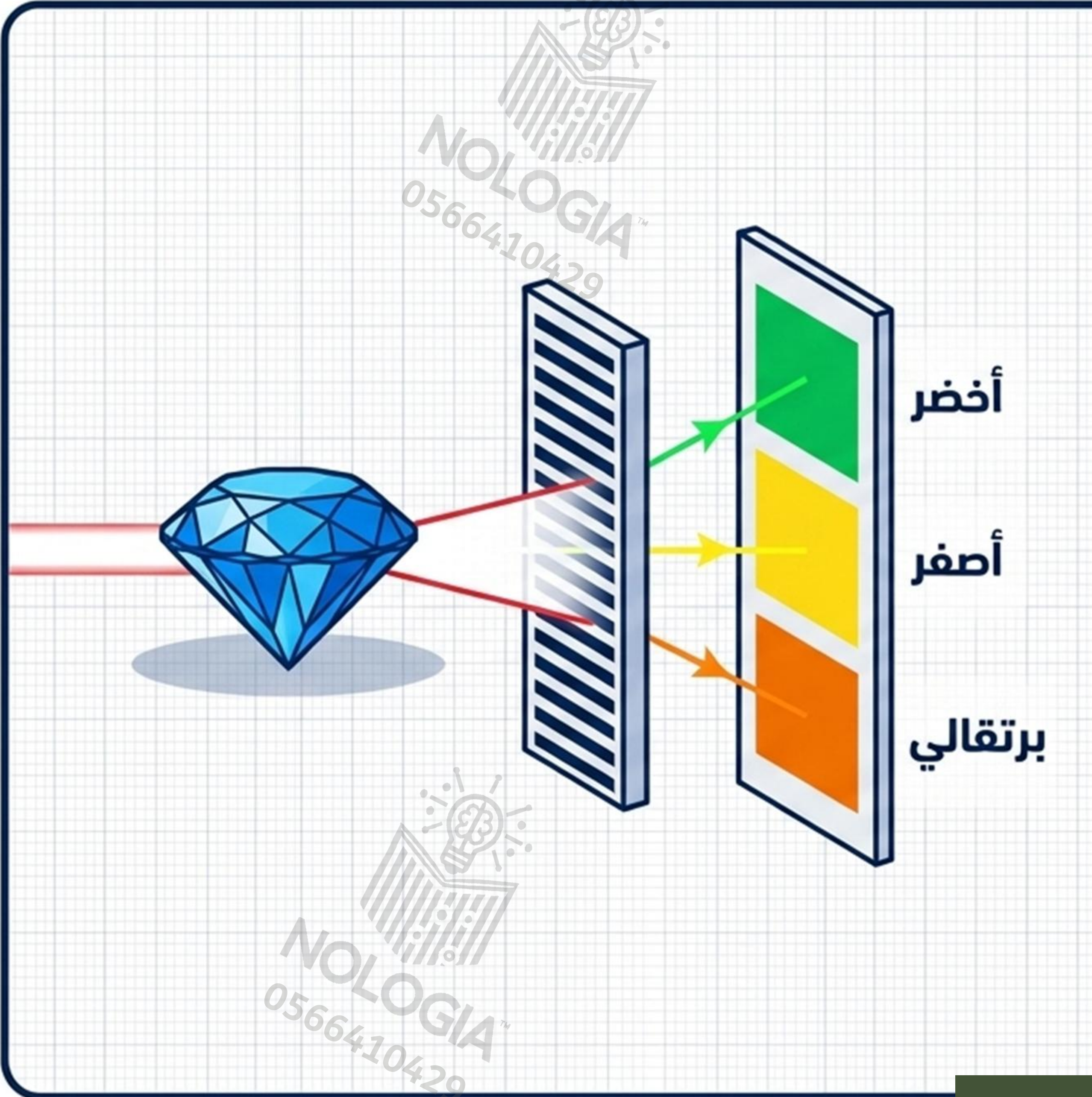


$$\lambda = d \sin \theta$$

- الطول الموجي للضوء
- المسافة الفاصلة بين الشقوق
- الزاوية التي يحدث عندها الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى
- الطول الموجي للضوء

تطبيق واقعي: كشف تزييف الأحجار الكريمة

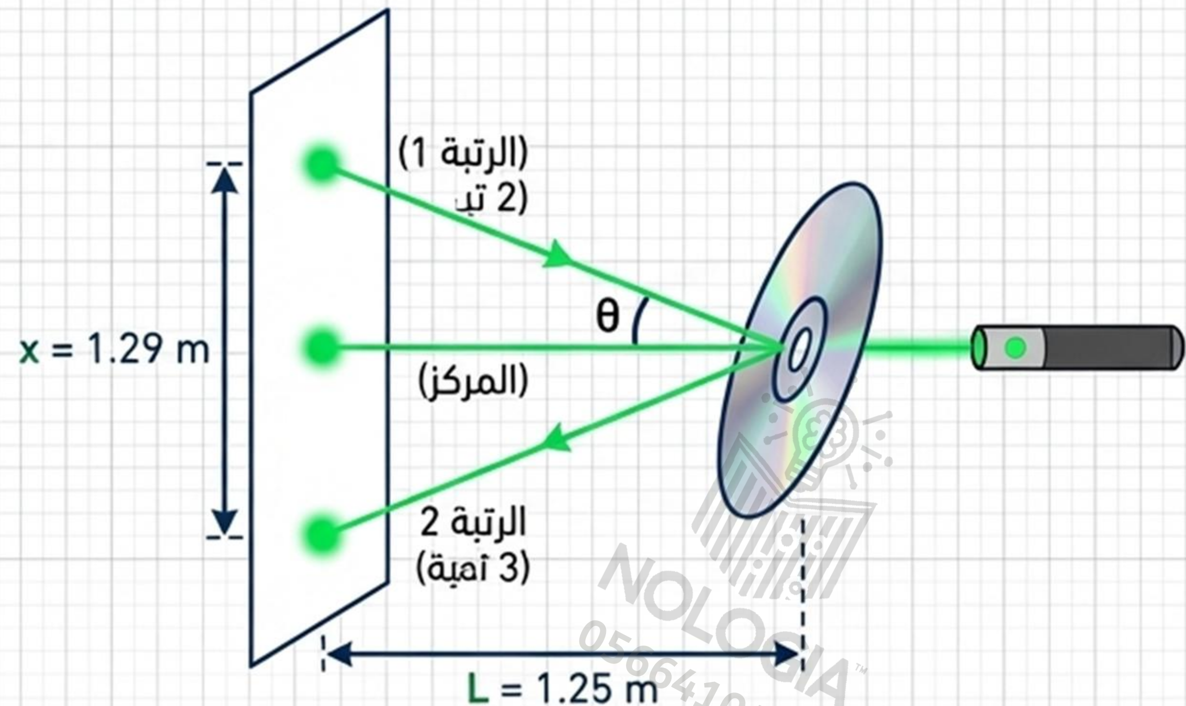
يستخدم علماء الجواهر محزوزات الحيود (المطياف) لتحليل الضوء المار عبر الأحجار الكريمة للتمييز بين الحقيقي والمزيف.



الاستنتاج: ظهور هذه الحزم الثلاث لثم يعني وجود مادة الكوبالت (Cobalt). هذا الحجر **ليس ياقوتاً أزرقاً أصلياً بل** مجرد **زجاج رخيص ملون!**

مثال محلول (3): استخدام قرص DVD كمحزوز حيود

وجهت طالبة مؤشر ليزر أخضر ($\lambda = 532$ nm) نحو قرص DVD، وانعكس طيف على جدار يبعد مسافة (L = 1.25 m). وجدت أن المسافة بين النقاط المضيئة هي (x = 1.29 m = m). ما هي المسافة الفاصلة (d) بين الشقوق (المسارات) على القرص؟



الخطوة 1: إيجاد الزاوية (θ)

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{x}{L}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1.29}{1.25}\right) = 45.9^\circ$$

الخطوة 2: حساب المسافة (d)

$$\lambda = d\sin\theta \rightarrow d = \frac{\lambda}{\sin\theta}$$

$$d = \frac{532\times10^{-9}}{\sin(45.9^\circ)}$$

النتيجة النهائية:

$$d = 7.41\times10^{-7}\ \text{m} = \mathbf{741\ nm}$$

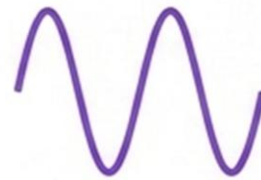
بنك المسائل (1):
محزوزات الحيود



مسألة 20: يسقط ضوء أبيض عبر محزوز حيود على شاشة. صِف النمط المتكوّن.



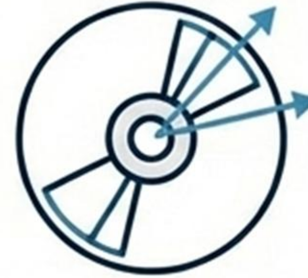
مسألة 21: ضوء أزرق $(\lambda = 434\ nm)$ يسقط على محزوز حيود. إذا كانت المسافة بين خطوط الحيود على شاشة تبعد $(L = 1.05\ m)$ هي $(x = 0.55\ m)$، فما المسافة بين الشقوق (d)؟



مسألة 22: محزوز مسافة شقوقه $(d = 8.60 \times 10^{-7}\ m)$ $(d = 80\ cm)$ يُضاء بضوء بنفسجي $(\lambda = 421\ nm)$.
إذا كانت الشاشة تبعد $(L = 80.0\ cm)$، فما المسافة الفاصلة (x) بين خطوط الحيود؟

بنك المسائل (2): تحديات إضافية

مسألة 23 (قرص DVD)



بالرجوع لمثال الـ DVD، افترض أن ضوءاً أزرق سقط عليه، ونتجت نقاط مضيئة على الجدار بمسافة فاصلة (x = 58.0 cm x).
ما الطول الموجي للضوء إذا كان الجدار يبعد (L = 0.65 m)؟

مسألة 24 (تحدي)

ضوء طوله الموجي (λ = 632 nm) يمر عبر محزوز لتكوين نمط على شاشة شاشة تبعد (L = 0.55 m).
إذا كان الهدب المضيء الأول يبعد (x = 5.6 cm) عن الهدب المركزي، الهدب المركزي، كم عدد الشقوق في السنتيمتر الواحد للمحزوز؟

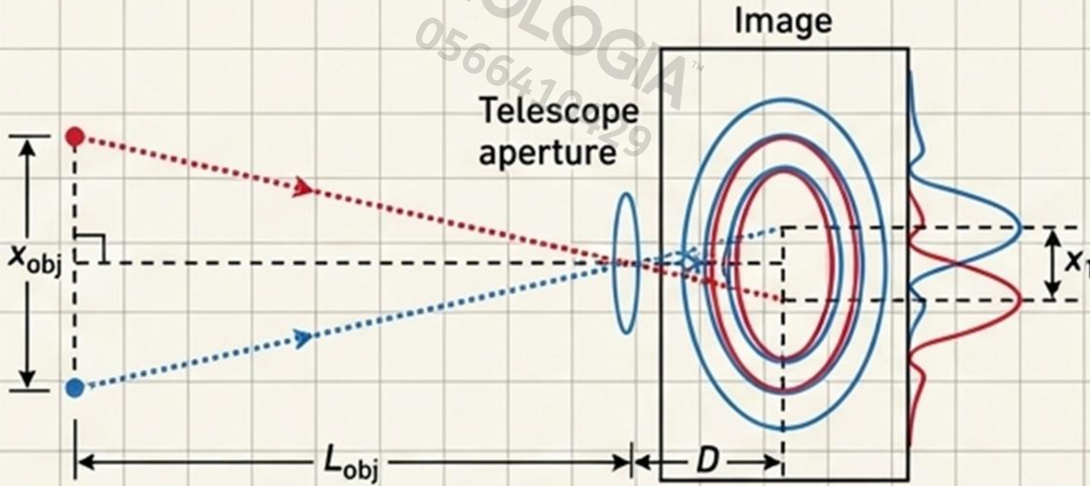
تلميح: أوجد d أولاً بالمتر، ثم اقسم 1 على d، ثم حول إلى سنتيمتر.

قوة التمييز (Resolving Power): الفتحات الدائرية

العدسات الدائرية للتلسكوبات والميكروسكوبات والعين البشرية تعمل كـ "فتحة" (Aperture). هذه الفتحة تحيد الضوء تماماً كالشق المفرد.

المشكلة: عندما يمر ضوء من نجمين بعيدين عبر التلسكوب، يتسع الضوء بسبب الحيود. إذا اقترب النجمان كثيراً، تتداخل صورهما وتصبح رؤيتهما كنجمين منفصلين مستحيلة.

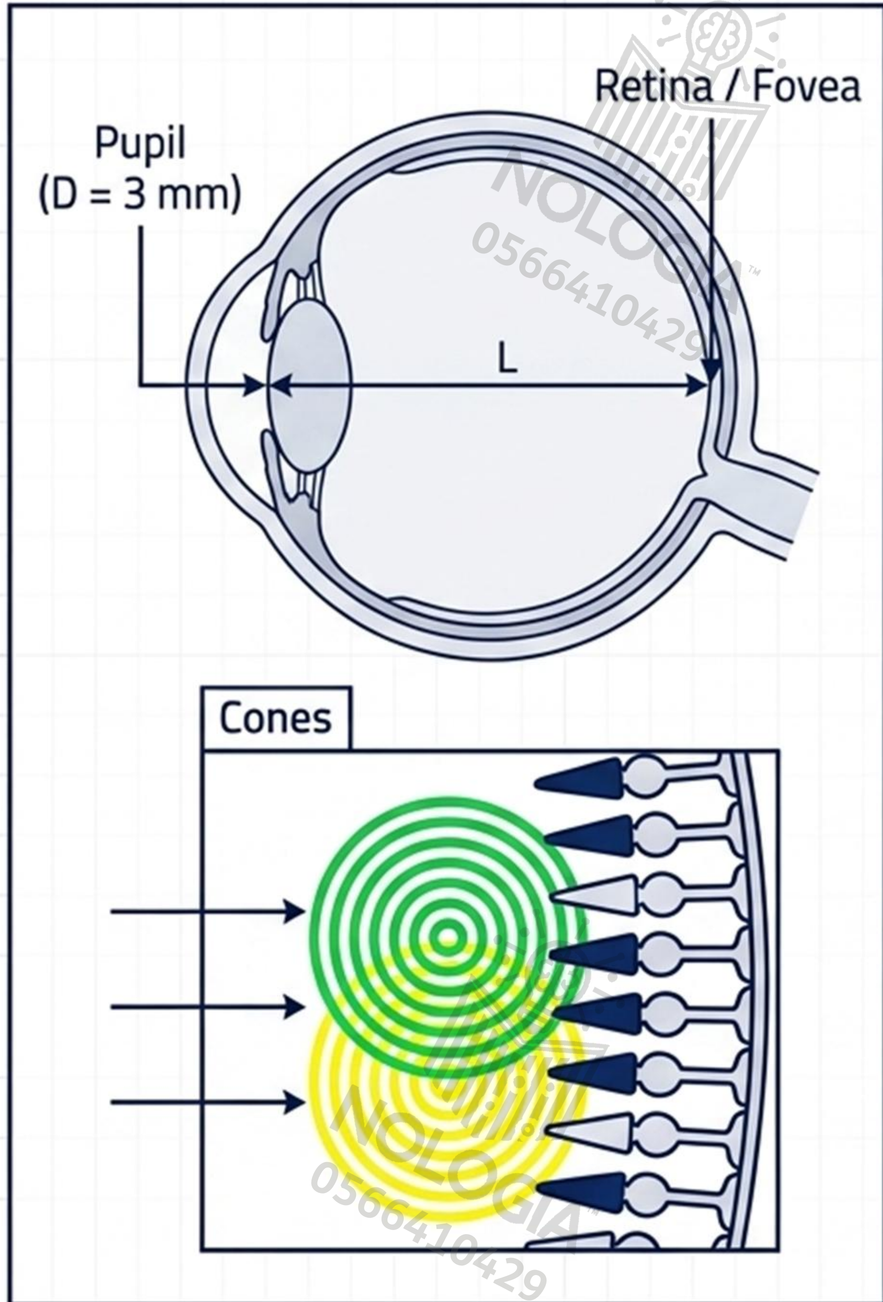
تشريح القانون: معيار رايلي (Rayleigh Criterion)



متى نميز بين جسمين؟
"إذا سقط مركز البقعة المضيئة لصورة أحد الجسمين على الحلقة المظلمة الأولى للجسم الثاني، فهما عند حد التمييز."

$$x_{obj} = 1.22\,\lambda \frac{L_{obj}}{D}$$

- 1.22: معامل هندسي للفتحات الدائرية
- L_{obj}: المسافة بين الفتحة والأجسام
- x_{obj}: المسافة الفاصلة بين الجسمين
- λ: الطول الموجي للضوء
- D: قطر الفتحة الدائرية



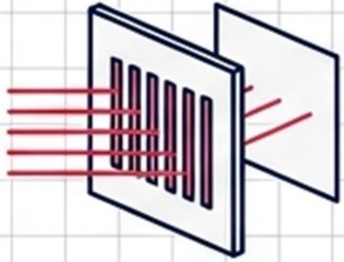
حيود الضوء في العين البشرية (Diffraction in the Eye)

الحسابات البيولوجية

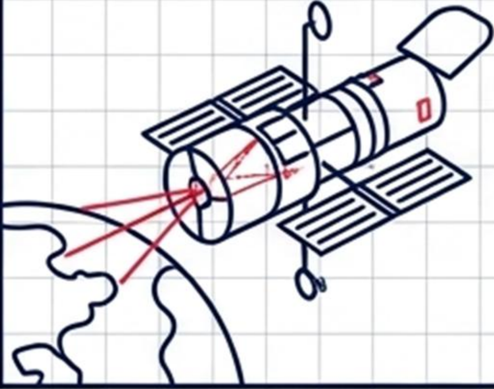
- لضوء أخضر-أصفر (λ = 550 nm)، باستخدام معيار رايلي، المسافة بين مركزي بقعتين مضيئتين على الشبكية هي **4 µm**.
- المسافة بين المستقبلات الضوئية (المخاريط) في الشبكية هي **2 µm**.
- **الاستنتاج المذهل:** تتوزع البقعتان المضيئتان على 3 مخاريط (مضاء، مظلم، مضاء)، مما يعني أن العين مصممة هندسياً بشكل مثالي لأقصى قدرة تمييز ممكنة!

★ **التطبيق العملي:** يمكن للعين البشرية التمييز بين مصباحي سيارة (المسافة بينهما 1.5 m) من مسافة تصل إلى **7 كيلومترات**.

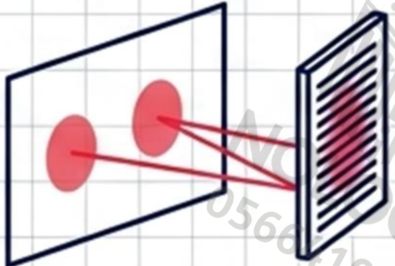
بنك المسائل (3):
قوة التمييز



مسألة 25: تسقط أشعة ضوء أحمر أحادي اللون على شقوق ضيقة متساوية المسافات في ورق مقوى. ارسم النمط المتكون على الشاشة البيضاء.

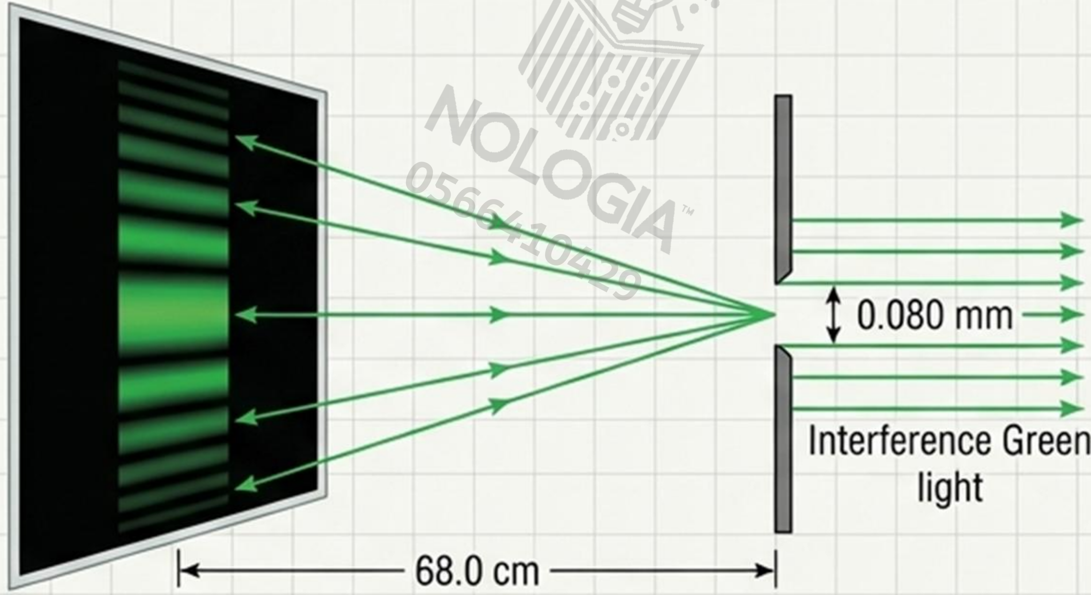


مسألة 26: نظام "سيريوس" نجمان يدوران حول بعضهما ويبعدان 8.44 سنوات ضوئية عن الأرض. وُجّه تلسكوب هابل الفضائي ($D = 2.4\ m$) نحوهما. ما الحد الأدنى للمسافة بين النجمين ليتمكن التلسكوب من تمييزهما؟ (افترض $\lambda = 550\ nm$ λ).



مسألة 27: عند استبدال محزوز حيود بآخر باستخدام ليزر أحمر، انتشرت النقاط بشكل أوسع. أي المحزوزين يحتوي على خطوط أكثر في المليمتر؟

بنك المسائل (4): حيود الشق المفرد وتفكير ناقد



مسألة 28: ضوء أخضر أحادي اللون يسقط على شق مفرد كما في الشكل. ما المسافة الفاصلة بين الأهداب المظلمة ذات الرتبة الأولى؟

مسألة 29: التفكير الناقد (Critical Thinking)

يعرض لك زميلك مطيافاً، ولكنه لا يخبرك ما إذا كان يحتوي على "منشور زجاجي" (Prism) أم "محزوز حيود" (Diffraction Grating). بالنظر إلى طيف الضوء الأبيض الناتج، كيف يمكنك تحديد الأداة المستخدمة؟

اختراقات علمية: ظاهرة الهالة الزرقاء (The Blue Halo)



الهندسة النانوية في الطبيعة:

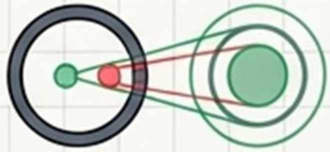
تمتلك بتلات بعض الأزهار نتوءات دقيقة. عندما ينعكس الضوء على هذه النتوءات، يتشتت ليصنع توهجاً مزرقاً (الهالة الزرقاء).

الفوضى تصنع الانتظام:

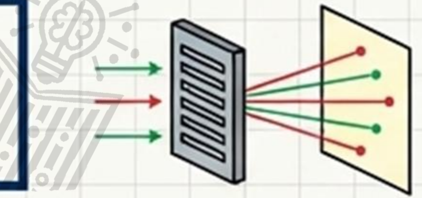
يسمي الفيزيائيون التباين في ارتفاع ومسافات هذه النتوءات بـ "الفوضى". بشكل مثير للدهشة، هذه هذه العشوائية تعمل كمحزوز حيود معقد ينتج طيفاً فوق بنفسجي وأزرق متقزح!

ميزة تطورية:

ينجذب النحل بقوة للطول الموجي الأزرق. الأزهار التي طورت هذه الهياكل النانوية تضمن تلقيحاً أفضل وبقاءً أطول. البصريات هنا هي مسألة حياة أو موت!



الملخص الشامل (الورقة الذهبية للقوانين)



1. محزوزات الحيود

$$\lambda = d \sin\theta$$ (للرتبة الأولى)

$$m\lambda = d \sin\theta$$

(الرتبات العليا m = 1, 2 , ...)

- **النمط:** مساحات مظلمة واسعة، وخطوط مضيئة ضيقة جداً (مفيد للقياسات الدقيقة).
- **لتحديد d:** نقسم 1 على عدد الشقوق في المتر.

2. معيار رايلي للفتحات الدائرية

$$x_{obj} = 1.22\,\lambda \frac{L_{obj}}{D}$$

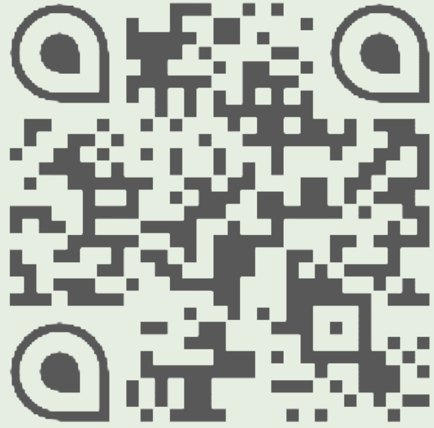
- **المتغيرات:** x_{obj} (المسافة بين الجسمين)، L_{obj} (المسافة للأجسام)، D (قطر الفتحة).
- **القاعدة:** إذا كان مركز البقعة المضيئة لأحد الجسمين يقع تماماً على الحلقة المظلمة الأولى للآخر = هما عند حد التمييز.

تم إعداد هذا الملف لتغطية جميع الجوانب النظرية والعملية للطالب. نهاية الوحدة.

الوحدة (6): الحركة في بُعدين




الوحدة (6): الحركة في بُعدين



لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

03

الدرس الثالث:

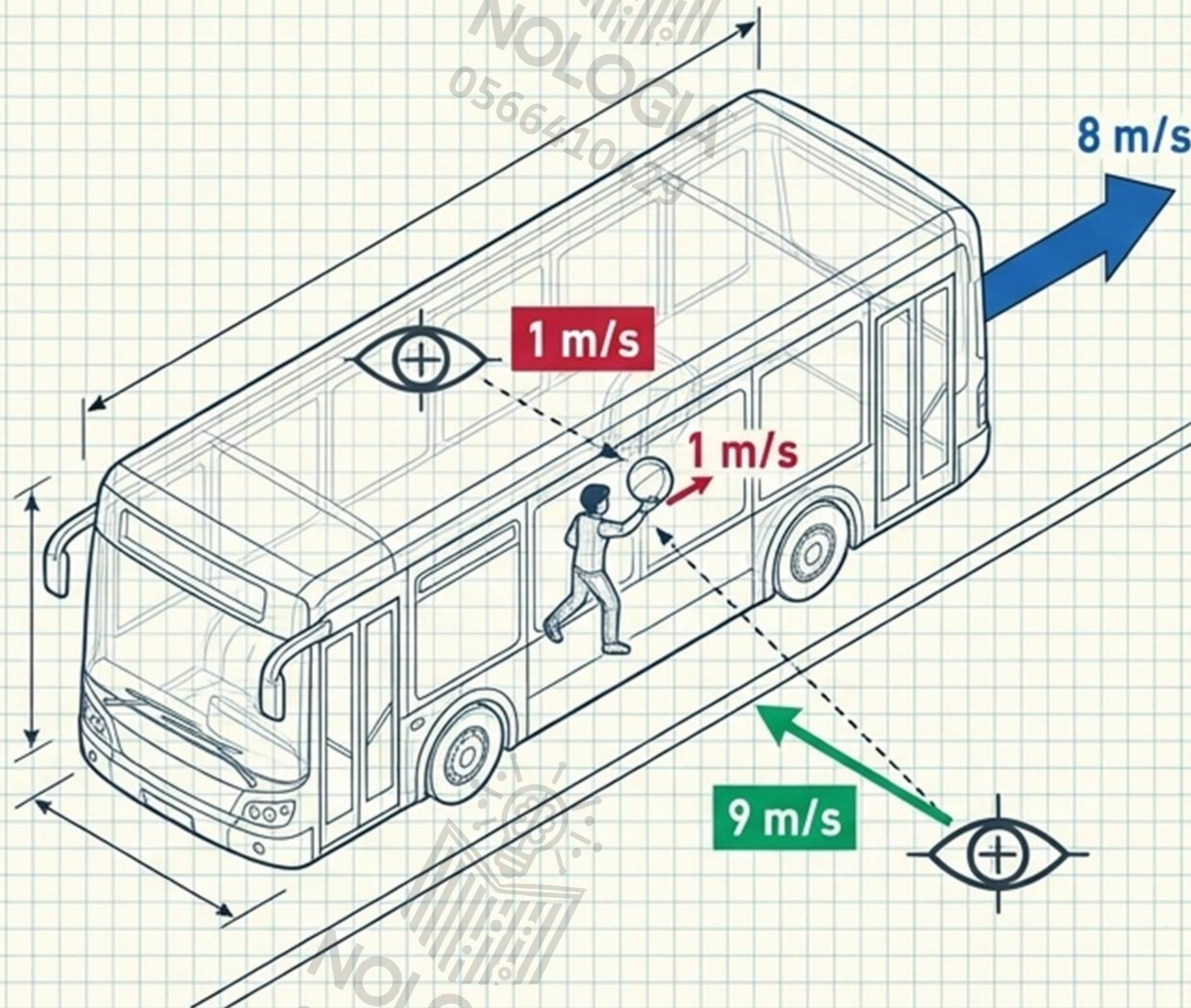
السرعة النسبية






الدليل الشامل في السرعة النسبية

إتقان الحركة في بُعد واحد وبُعدين مع أمثلة تطبيقية شاملة للتحضير للاختبارات



هل تعتمد الحركة على إطارك المرجعي؟

- **الإطار المرجعي (Reference Frame):** نظام إحداثيات يتم من خلاله رصد الحركة ووصفها.

لا يوجد وصف "خاطئ" للحركة. كلا المراقبين علق، لكنهما يقيسان السرعة من إطارات مرجعية (الشارع مقابل الحافلة).

القاعدة الذهبية للسرعة النسبية

$$\vec{V}_{a/c} = \vec{V}_{a/b} + \vec{V}_{b/} \rightarrow \vec{V}_{a/c}$$

نصيحة للمحترفين

إذا كانت الحروف الداخلية متطابقة،
فإنها تندمج لتشكل السرعة المحصلة.

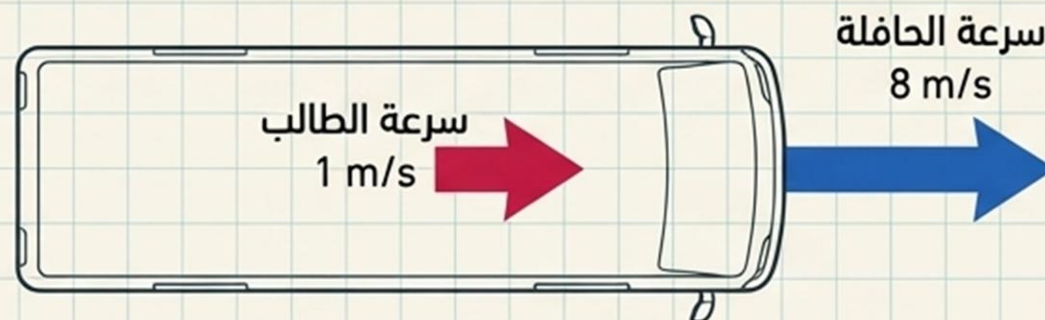
- a = الجسم (Object)
- b = الإطار المتحرك (Moving Frame)
- c = الإطار الثابت / الأرض (Ground)

مصفوفة الحركة في بُعد واحد

اتجاه متعاكس (Opposite Direction)	نفس الاتجاه (Same Direction)
V_{object}, V_{frame}, $V_{resultant}$	V_{object}, V_{frame}, $V_{resultant}$
نطرح السرعات (Subtract the velocities)	نجمع السرعات (Add the velocities)

مثال تطبيقي 1: سيناريوهات الحافلة

المشي نحو مقدمة الحافلة





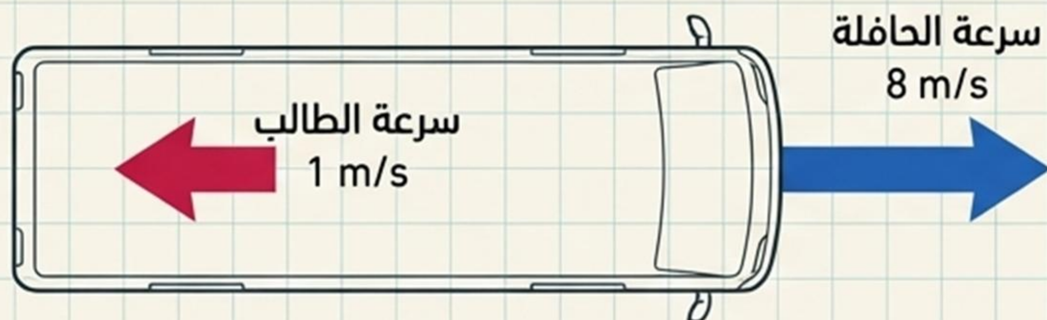
سرعة الحافلة = 8 m/s، سرعة الطالب = 1 m/s

Math Zone

السرعة تزداد بالنسبة للشارع

$v = 8 + 1 = 9$ m/s

المشي نحو مؤخرة الحافلة





سرعة الحافلة = 8 m/s، سرعة الطالب = 1 m/s (في اتجاه معاكس)

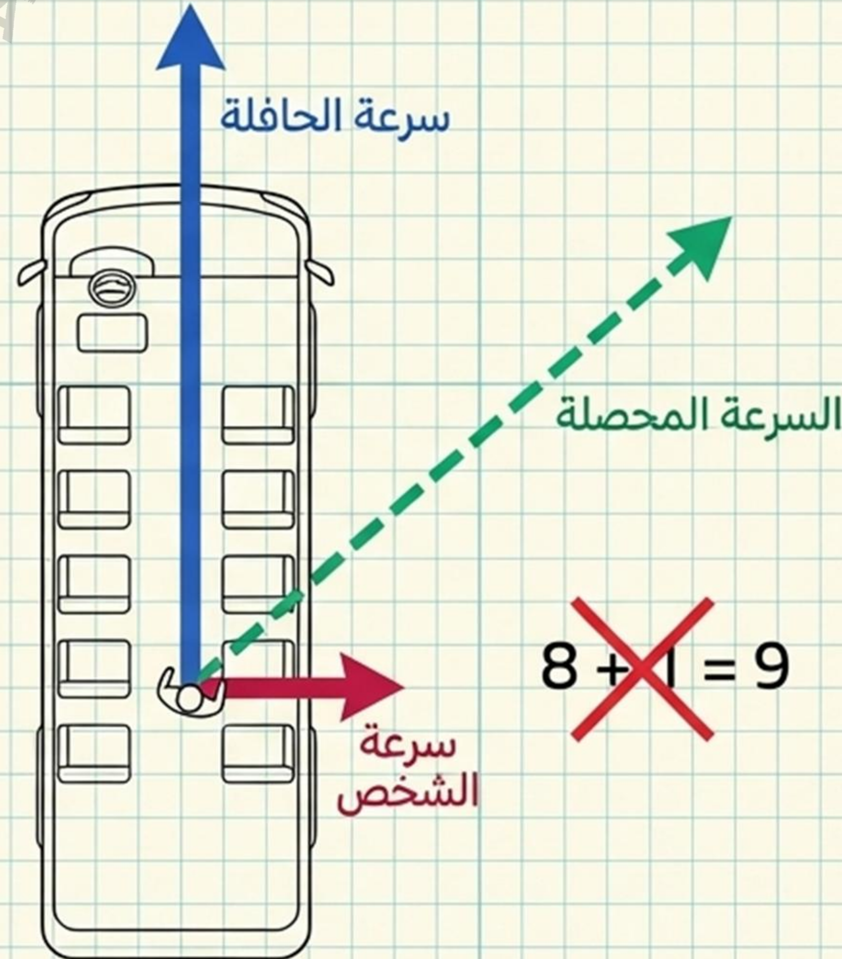
Math Zone

السرعة تقل بالنسبة للشارع

$v = 8 - 1 = 7$ m/s

التعقيد في بُعدين: عندما يفشل الجمع البسيط

LTR Math Zone



ماذا لو تحركت بشكل عمودي على حركة الإطار المرجعي؟

الجمع والطرح المباشر لم يعد يعمل.

يجب استخدام المتجهات (Vectors) وتوصيلها من الرأس إلى الذيل لإيجاد المحصلة.

أدوات الحل للحركة في بُعدين

Math Zone

أداة 1: لحساب المقدار

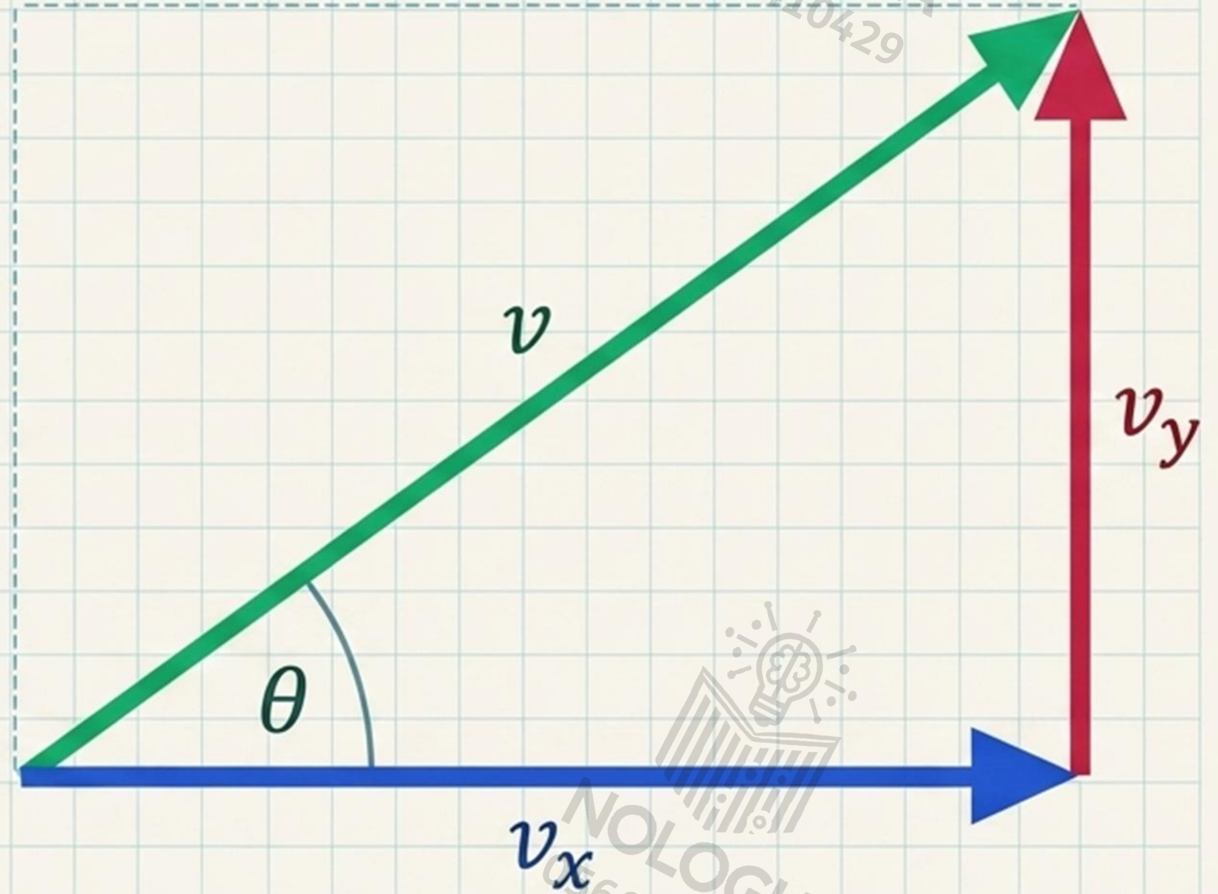
$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

(نظرية فيثاغورس)

أداة 2: لحساب الاتجاه

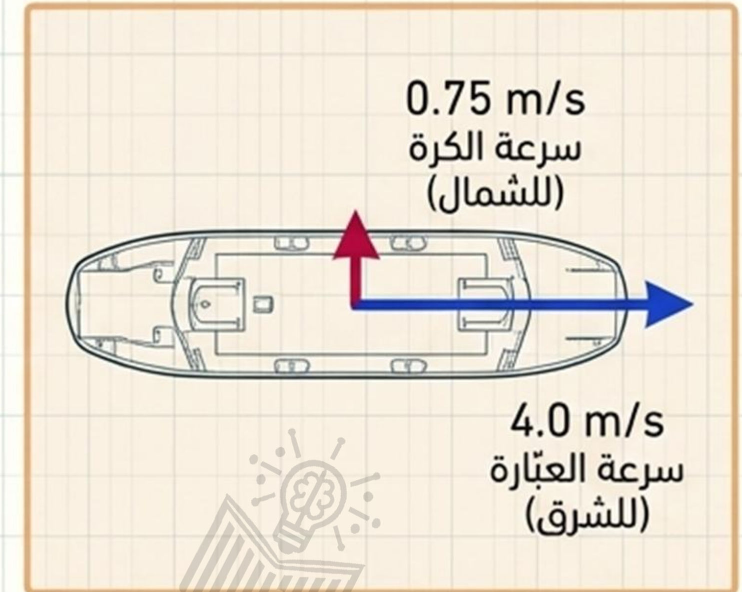
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$$

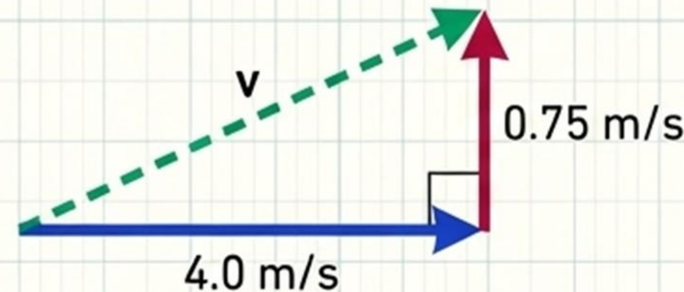
(الدالة العكسية للظل)



مثال تطبيقي 2: العبّارة والكرة الزجاجية

الخطوة 1: ارسم المشكلة ← الخطوة 2: ترتيب المتجهات ← الخطوة 3: الحل الرياضي





Math Zone

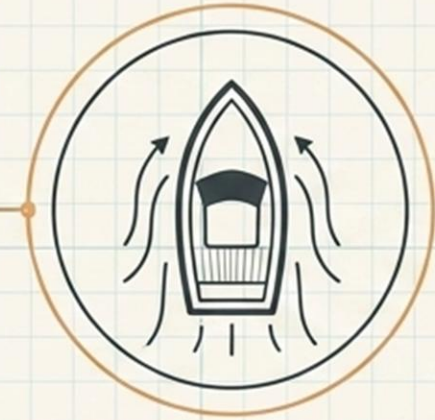
$$v = \sqrt{4.0^2 + 0.75^2} = 4.1 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.75}{4.0}\right) = 11°$$

شمال الشرق

الأنماط الثلاثة لأسئلة الاختبارات

كل مسألة في الاختبار ستندرج تحت أحد هذه الأنماط.



قارب في تيار مائي

التركيز: تيار النهر يدفع القارب وتغيير سرعته.



طائرة في الرياح

التركيز: الرياح الجانبية، الرياح المعاكسة، والرياح الخلفية.



جسم يتحرك على مركبة

التركيز: المشي على الحافلات والقطارات المتحركة.

Mr. Mohamad

مثال تطبيقي 3: الملاحة في الأنهار

السرعة القصوى

القارب يتحرك مع التيار.

Math Zone

3 m/s + 2 m/s = 5 m/s

السرعة الدنيا

القارب يتحرك عكس التيار.

Math Zone

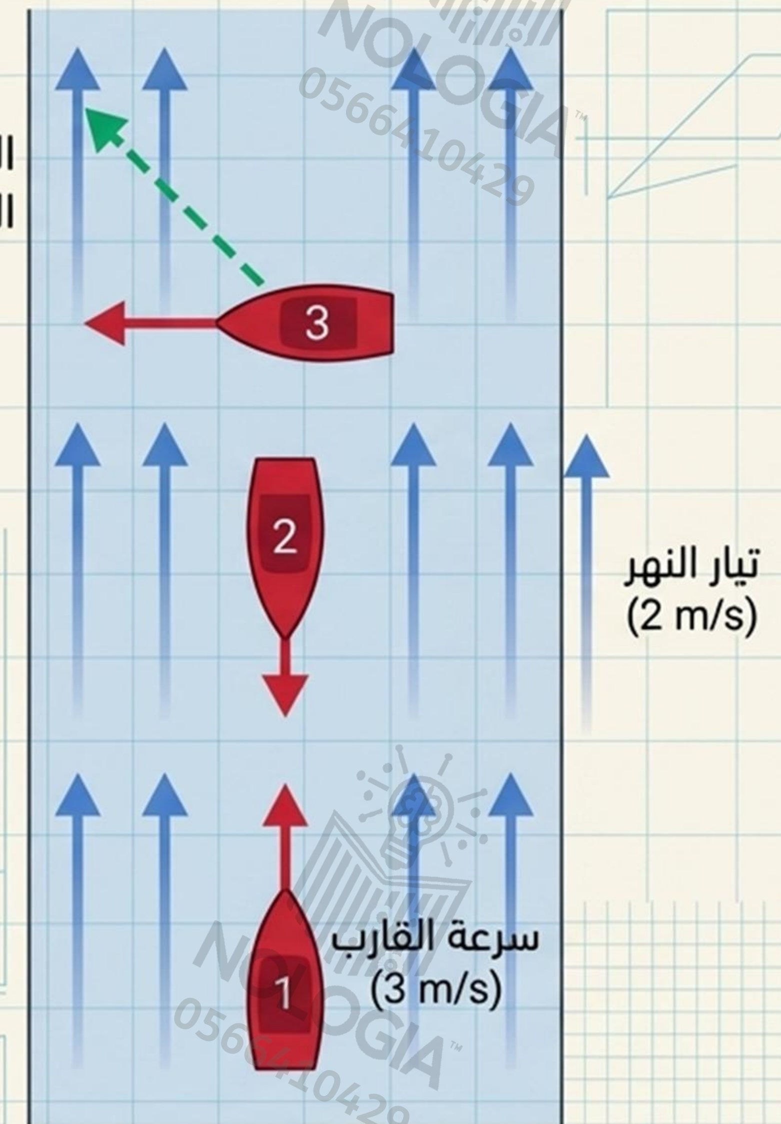
3 m/s - 2 m/s = 1 m/s

العبور العمودي

القارب يعبر النهر (غرباً) والتيار يدفعه (شمالاً).
استخدم فيثاغورس لإيجاد سرعة القارب بالنسبة للشاطئ.

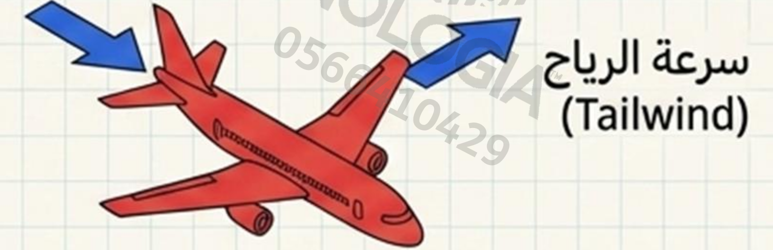


$$v = \sqrt{(3)^2 + (2)^2}\ m/s$$

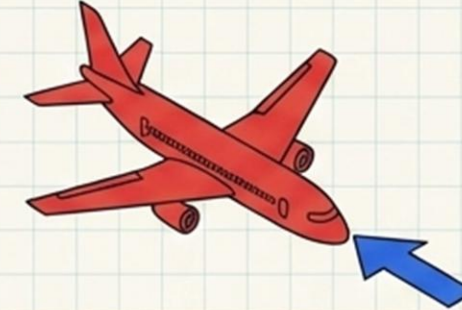


للتواصل على الرقم: 0566410429

مثال تطبيقي 4: تأثير الرياح على الطيران



رياح خلفية (Tailwind): تُضاف للسرعة.
الطائرة تصل أسرع.



رياح معاكسة (Headwind): تُطرح من السرعة.
الطائرة تتباطأ.



رياح جانبية (Crosswind): تغير مسار الطائرة.
يتطلب استخدام حساب المثلثات وتعديل زاوية الطيران للوصول للهدف.

مستوى متقدم: تحليل المتجهات غير العمودية

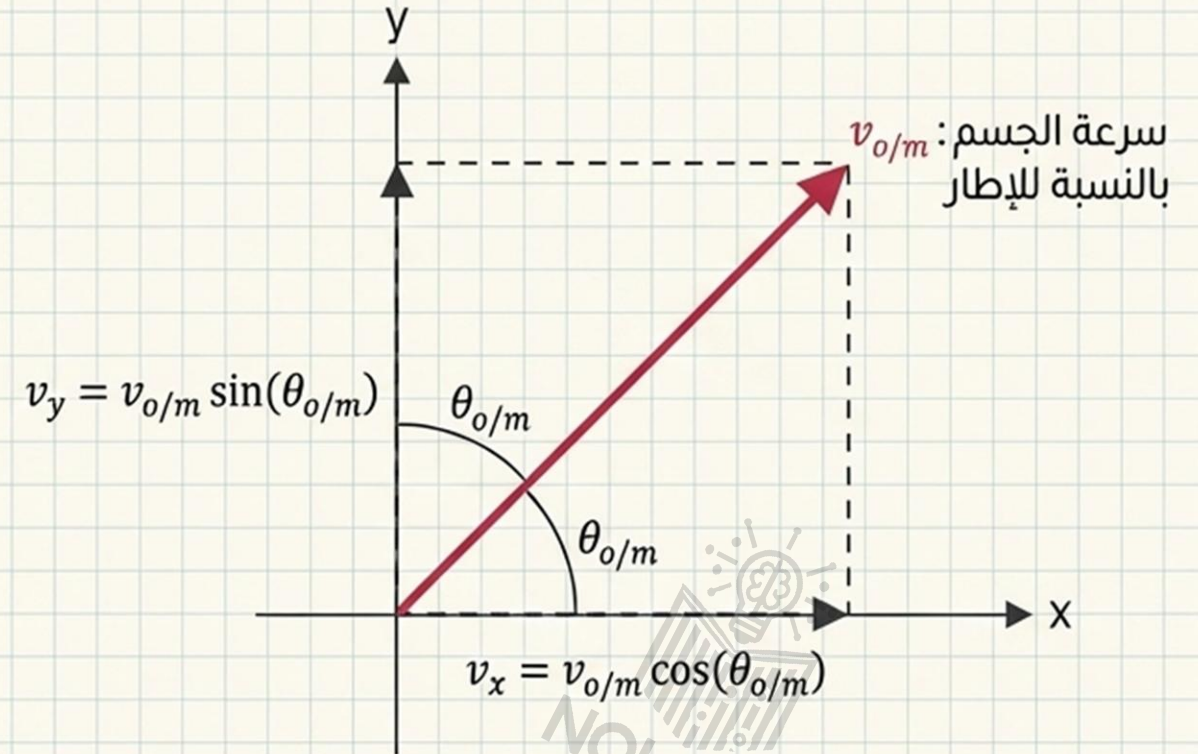
إذا كانت الحركة بزاوية (ليست 90 درجة)، يجب تفكيك السرعة إلى مركباتها السينية والصادية قبل الجمع.

Math Zone

$$v_x = v_{o/m}\cos(\theta_{o/m}) + v_{m/g}\cos(\theta_{m/g})$$

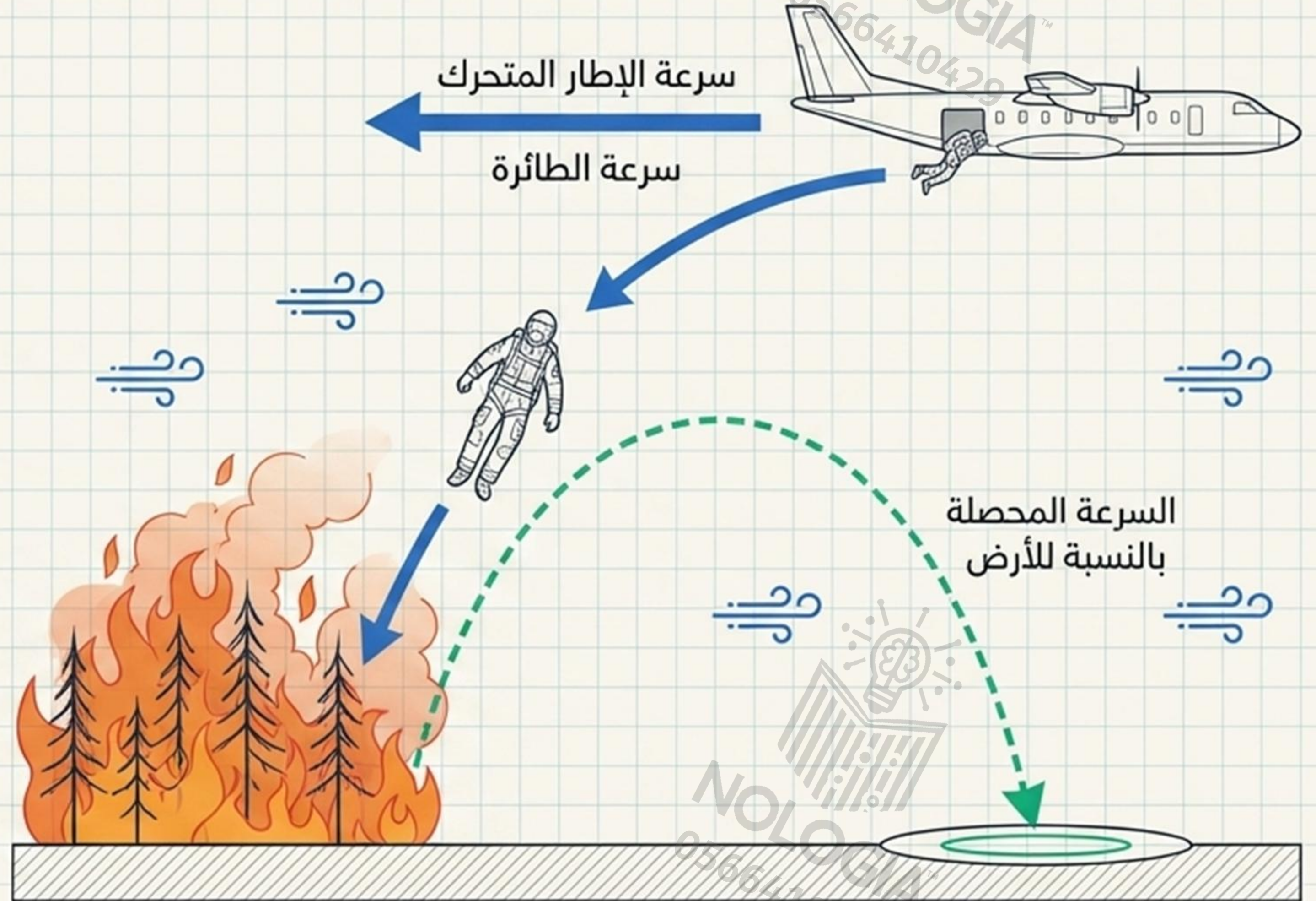
$$v_y = v_{o/m}\sin(\theta_{o/m}) + v_{m/g}\sin(\theta_{m/g})$$

المحصلة: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$



تطبيقات أرض الواقع: إطفائيو المظلات

- عندما يقفز الإطفائي، فإنه يمتلك سرعة أفقية ابتدائية تساوي سرعة الطائرة بالنسبة للأرض.
- يجب على الطيارين حساب السرعة النسبية، وسرعة الرياح، وتأثير الجاذبية بدقة بالغة لضمان هبوط الإطفائي في منطقة آمنة وليس داخل النيران.



الملخص الشامل للسرعة النسبية

الحالة	رسم المتجه	المعادلة المطلوبة	احذر من
1D نفس الاتجاه	Object Velocity Moving Frame Velocity Resultant/Ground Velocity	$v = v_1 + v_2$	Math Zone LTR نسيان الإشارات المرجعية.
1D اتجاه متعاكس	Object Velocity Resultant/Ground Velocity	$v = v_1 - v_2$	Math Zone LTR طرح الرقم الخاطئ (حدد اتجاه الموجب أولاً).
2D عمودي (90°)	θ	فيثاغورس + الظل العكسي	Math Zone LTR نسيان إيجاد زاوية الاتجاه (θ).
2D زوايا مختلفة	$v_y = v \sin(\theta)$ $v_y = v \sin(\theta)$ $v_x = v \cos(\theta)$	تحليل المركبات (Sine/Cosine)	Math Zone LTR خلط المركبة السينية مع الصادية.

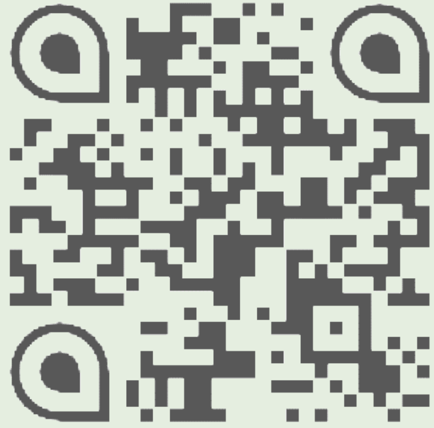
قائمة التقييم الذاتي قبل الاختبار

- [ ] هل يمكنني تحديد ووصف الإطار المرجعي (Reference Frame) في أي مسألة؟
- [ ] هل أعرف متى أستخدم الجمع المباشر، ومتى أستخدم نظرية فيثاغورس؟
- [ ] هل يمكنني حساب تأثير الرياح المعاكسة والجانبية على سرعة واتجاه طائرة؟
- [ ] هل أتذكر دائماً كتابة الاتجاه (الزاوية) مع مقدار السرعة في مسائل البُعدين؟


إذا تمكنت من وضع علامة (صح) على كل ماسبق، فأنت مستعد تماماً لاجتياز الاختبار!







لا تتردد في التواصل معنا
قم بمسح رمز الـQR

ختاماً، نسأل اللّه أن يوفقكم، وأن
تكون هذه الملزمة قد حققت
الفائدة المرجوة ❤





